Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación EN CIENCIAS AGRÍCOLAS 2

Atena Editora

Ano 2022

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

Atena
Editora

Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista



Atena Editora
Ano 2022


CIÊNCIAS
AGRÁRIAS

Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I62 Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2 / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0275-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.756222705

1. Ciencias agrícolas. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas” aborda uma apresentação de 23 capítulos em sua grande maioria internacional.

A disseminação de conhecimentos entre países faz da pesquisa algo inédito para a resolução de problemas.

Compreender a visão de demais pesquisadores a nível internacional e nacional traz resultados das mais diversas aplicações a nível de campo, com pesquisas que demostram o comportamento de pragas ou novas tecnologias que podem ser aplicáveis em diferentes regiões.

Nesta obra podemos relatar experiências na área agrícola, envolvendo o uso de novas técnicas de agricultura, bem como estudos sobre reflexos da pandemia no meio rural.

Também apresenta ao leitor os relatos de pesquisa a nível mundial, que traz sem dúvida o que mais recente está sendo descoberto e relatado, demonstrando ao mundo os resultados inovadores que a pesquisa compartilha neste momento.

Espero assim, que seus conhecimentos vão além-fronteiras e se abram para novas possibilidades através da leitura destes capítulos aqui apresentados.

Boas descobertas.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

PROTOTIPO DE BIORREACTOR PARA SISTEMAS DE INMERSION TEMPORAL Y AUTOMATIZACIÓN CON SOFTWARE LIBRE

Data de aceite: 02/05/2022

Clara Anabel Arredondo Ramírez
Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Texcoco, Maestría en Ciencias de la Computación
El Tejocote, Texcoco, Estado de México

Gregorio Arellano Ostoa
PREGEP-FRUTICULTURA COLEGIO DE POSTGRADUADOS
Montecillo, Texcoco, Estado de México, México

Oziel Lugo Espinosa
Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Texcoco, Maestría en Ciencias de la Computación
El Tejocote, Texcoco, Estado de México

RESUMEN: En este trabajo se presenta un prototipo de biorreactor como alternativa para la micropropagación de especies vegetales, disminuyendo de manera significativa los costos tanto en la construcción del biorreactor, como en la técnica de propagación. La automatización de varios de sus elementos de manera intríseca supone la posibilidad de ser más eficiente en su operación. En la construcción de este nuevo sistema se utilizaron varios materiales como son: el uso de un contenedor para la sujeción de los elementos que participan en la inmersión, motor a pasos, plataforma que contendrá las plántulas, placa electrónica arduino UNO y placa Raspberry pi para prescindir de un equipo de cómputo. Mediante la programación de la placa arduino UNO, se logra automatizar el motor a pasos el cual controla los movimientos de la plataforma de soporte que contiene los explantes La construcción en general del sistema se logra por medio de materiales de fácil adquisición com.o plasticos y metales de bajo costo.
PALABRAS CLAVE: Automatización, Cultivo de tejidos, Micropropagación, Biorreactores, Innovación.

ABSTRACT: This work presents a proposal of biorreactor as an alternative for the micropropagation of plant species more economical than those existing in the market. The automation of several of its elements in a intrinsic way suposses the posinility of being more efficient in its operation. In the construction of this new system were used various materials such as: the use of a container to hold the elements involved in the dive, stepper motor, platform that will contain seedlings and board Arduino UNO. By programming the Arduino UNO board, it is possible to automate the motor in steps which controls the movements of the support platform containing the explants and a Raspberry pi plate for dispensing with a computer equipment. The general construction of the system is achieved by means of materials of easy acquisition like plastics and metals of low cost.
KEYWORDS: Automation, Tissue culture, Micropropagation, biorreactors, innovation.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han propagado con éxito mediante el uso de biorreactores varias especies hortofrutícolas y forestales (Etienne y

Berthouly, 2002). El uso de biorreactores ya sea, con agitación mecánica o neumática y los de inmersión temporal son los que se han usado para optimizar la regeneración masiva de embriones somáticos por ejemplo en café y también han permitido un alto grado de control sobre las condiciones de cultivo como pH, la tasa de aireación, la concentración de oxígeno, etileno y dióxido de carbono, además de ser compatibles con la automatización del procedimiento de micropropagación que permiten una reducción de costos (Etienne et al., 2006).

Los aportes de las ciencias computacionales pueden orientarse al cuidado de cultivos por medio de programación de labores automáticas y observación o revisión continua del cultivo con el fin de mejorar la producción y calidad de las cosechas. (Rodríguez & Santana, 2015).

El Sistema de Inmersión Temporal. (SIT), que es una técnica que se ha empleado para la micro propagación de varias especies agrícolas y forestales (Etienne et al, 1997). Se disminuye la manipulación manual intensiva y se incrementa la tasa de proliferación (Fiorella & Flores, 2007) y los cultivos pueden ser iniciados a partir de varias porciones de tejido vegetal (Mallón et al, 2011, Arellano et al, 2011). Para la automatización de un SIT existen diferentes aplicaciones y mecanismos que interfieren en su control, el sistema más común es aquel donde se emplean electro válvulas conectadas a un compresor con encendido automático y mangueras de silicón que llegan hasta el fondo del biorreactor, controlando su activación a través de un temporizador programable para determinar la frecuencia y duración de la inmersión (Pino et al, 2011), otros sistemas desarrollados recientemente incluyen el uso de plataformas abiertas de hardware y software para el control automatizado (Lugo et al., 2017).

Con la finalidad de conocer el procedimiento de se procedió hacer una investigación de campo en el Colegio de Postgraduados, todo con lo cual se conocieron más a fondo las necesidades del personal que labora en dicha institución y se procedió a la realización de un prototipo que esté acorde de los requerimientos del personal antes mencionado.

El objetivo del presente trabajo es diseñar un nuevo biorreactor de bajo costo en su construcción y operación, tomando en cuenta los principios de esterilización de todos los materiales que lo componen y la automatización durante su operación mediante software.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron materiales que pudieran resistir temperaturas mayores a 121°C, para eliminar los microorganismos que están presentes en todos los materiales a utilizar, ya que para el correcto desempeño de un biorreactor es indispensable la esterilización de todos los materiales a utilizar, además de contar con un sistema hermético que selle perfectamente para evitar la introducción de microorganismos que afecten al correcto desarrollo de los explantes Se utilizaron productos económicos, duraderos y de fácil adquisición.

Los biorreactores tipo RITA se caracterizan por el hecho que la inmersión se realiza mediante la acción de un compresor de aire, que inyecta aire filtrado hacia el interior del contenedor y esto hace que el medio de cultivo suba hasta el compartimento donde se localizan los tejidos para bañarlos, este proceso se realiza dependiendo de los tiempos y frecuencias de la inmersión.

A continuación se presenta el sistema tipo RITA donde se pueden observar tres biorreactores en funcionamientos



Figura 1. Sistema de inmersión temporal tipo RITA en operación

Fuente: Colpos Motecillo

Para el desarrollo del Prototipo se eligió un contenedor que tiene la capacidad de 2.6 L. además de su fácil manejo, portabilidad y practicidad cuyas características son:

- El material con el cual está fabricado es de plástico resistente a temperaturas mayores a 121°C
- Taparrosca de sellado 100% hermético
- Contenedor totalmente transparente para el adecuado paso de la luz hacia los explantes



Figura 2 Contenedor de medio de cultivo

Fuente: Súper Sello Taparrosca 2600

Para colocar los explantes dentro del contenedor, se fabricó una plataforma de “nylamind” que pertenece a la familia de las Poliamidas (PA) y Nylon con una circunferencia de 4 ½ pulgadas que ajusta perfectamente dentro del contenedor como lo muestra la siguiente figura:

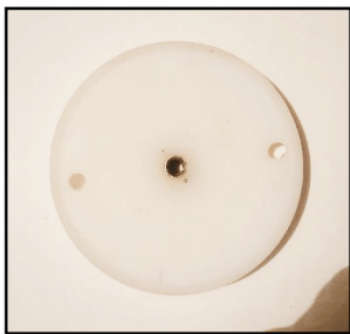


Figura 3 Plataforma para explantes

Fuente: Elaboración propia

Se hace uso de una herramienta denominada husillo de bolas o tornillo CNC (Control numérico computarizado). de 8 mm, Se le conoce como máquina CNC debido a que una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola el cual ayudará a controlar el movimiento de la plataforma para su correcta inmersión. El tornillo CNC se coloca en medio de la plataforma de nylamid para realizar el movimiento rotatorio y lograr que la plataforma suba y baje dentro del contenedor. Se puede observar

su estructura en la siguiente figura, en la cual en el centro se muestra una tuerca, la cual da soporte para el giro del tornillo.



Figura 3 Tornillo CNC de 8 mm

Lo que va ayudar con el movimiento ascendente y descendente del embolo es un motor a pasos de 12 volts, que se debe ajustar en la parte superior del tornillo, por esta razón, se fabricó un copple de bronce para conectar el motor a pasos con el tornillo. En la figura siguiente se observa como en la parte superior se encuentra el lado más grande del copple que es dónde se ajusta el motor y en la parte inferior es donde se ajusta el tornillo, al mismo tiempo que se observa la estructura completa del ensamble del contenedor con el tornillo y el copple de bronce.



Figura 4 Ensamble del nuevo biorreactor

El motor a pasos junto con su circuito controlador conocido serán los encargados de controlar el movimiento giratorio del tornillo. Estos elementos se caracterizan porque realizan la función de manipular la plataforma de nylamind, la cual al moverse de manera

ascendente y descendente dentro del contenedor se logra la inmersión de los explantes en el medio de cultivo.

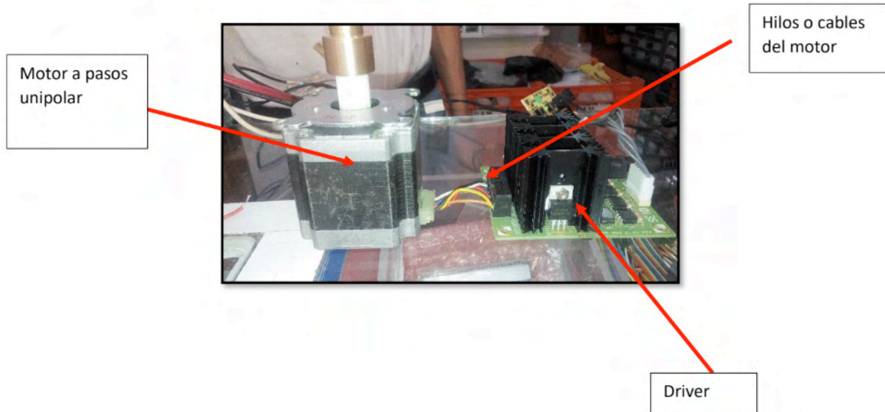


Figura 5 Motor a pasos de 12V con driver

El driver por sí solo no actúa para mandar los pulsos al motor, para ello se requiere un elemento extra que va a enviar las instrucciones al driver y los pulsos al motor. El control y manipulación de los elementos se logra gracias a la programación de una plataforma electrónica Arduino UNO que conectada con el driver del motor a pasos, logra de manera sencilla el control de diversos dispositivos electrónicos. Para ello se utilizaron los pines 2-9 para la conexión y control del motor la salida de 5V y GND de Arduino para la alimentación de su driver.

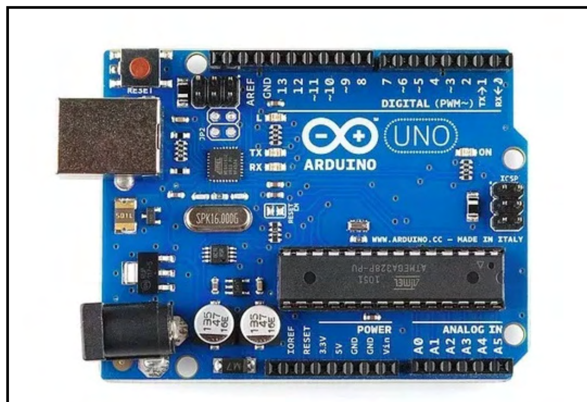


Figura 6 Placa Arduino UNO

Una de las características del sistema tipo RITA para poder realizar las funciones de inmersión es que debe estar conectada permanentemente a un equipo de cómputo y

si lo que se requiere es minilizar costos realizando las mismas funciones que el sistema convencional, entonces se optó por hacer uso de la placa Raspberry pi que es un ordenador de placa reducida de bajo costo, soporta varios componentes necesarios en un ordenador común, tiene varios puertos y entradas, dos USB, uno de Ethernet y una salida HDMI. Estos puertos permiten conectar el miniordenador a otros dispositivos, teclados, ratones y pantallas y realiza funciones similares a una PC.

Posee de igual manera un chip que contiene un procesador ARM que corre a 700 Mhz, un procesador gráfico VideoCore IV y hasta 512 Mg de memoria RAM. Además es posible instalar sistemas operativos libres a través de una tarjeta SD. En pocas palabras, es un miniordenador que conectada a una pantalla o monitor se pueden visualizar las aplicaciones y programas que contiene.



Figura N. 7 Placa Raspbery pi con aditamentos

Para poder manejar la tarjeta y para poder desarrollar los programas se ocupa además de una memoria micro SD para cargar el sistema, esta memoria debe contener el software son el que trabaja Raspberry, es decir; el sistema operativo llamado raspbian en el cual se van a poder instalar las aplicaciones requeridas para el funcionamiento del biorreactor.

Una vez configurada la placa Raspberry pi, a placa arduino está conectada a ella permanentemente, el código de movimiento se encuentra en el IDE de arduino que se graba en la memoria de la placa.

SOFTWARE

Para la automatización del modelo descrito se desarrolló una parte con Arduino que

es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos (Enríquez, 2009).

Al implementar un motor a pasos con un tornillo CNC sugiere que el manejo sea más simple que al utilizar un compresor. Gracias a la placa arduino conectada al driver del motor a pasos se permite controlar el tornillo que está dentro del contenedor y realizar el movimiento de la plataforma de forma ascendente y descendente para la inmersión. Ahora bien, el lenguaje de programación de la placa de Arduino en conjunto con el IDE de NetBeans, permite programar los tiempos de inmersión de los explantes al medio de cultivo.

La placa Arduino consta de componentes eléctricos, donde se encuentran conectados los controladores principales que gestionan los demás complementos y circuitos ensamblados en la misma. Se requiere de un lenguaje de programación para poderlo utilizar. El lenguaje de programación de la placa de Arduino permite programar los tiempos de inmersión de los explantes al medio de cultivo, es gratuito y posee una gran comunidad de personas que aportan ideas y algoritmos eficientes para resolver los problemas planteados.

A continuación se muestra el diagrama de flujo dónde se puede comprender mejor el funcionamiento del Sistema de Inmersión Temporal con el nuevo biorreactor

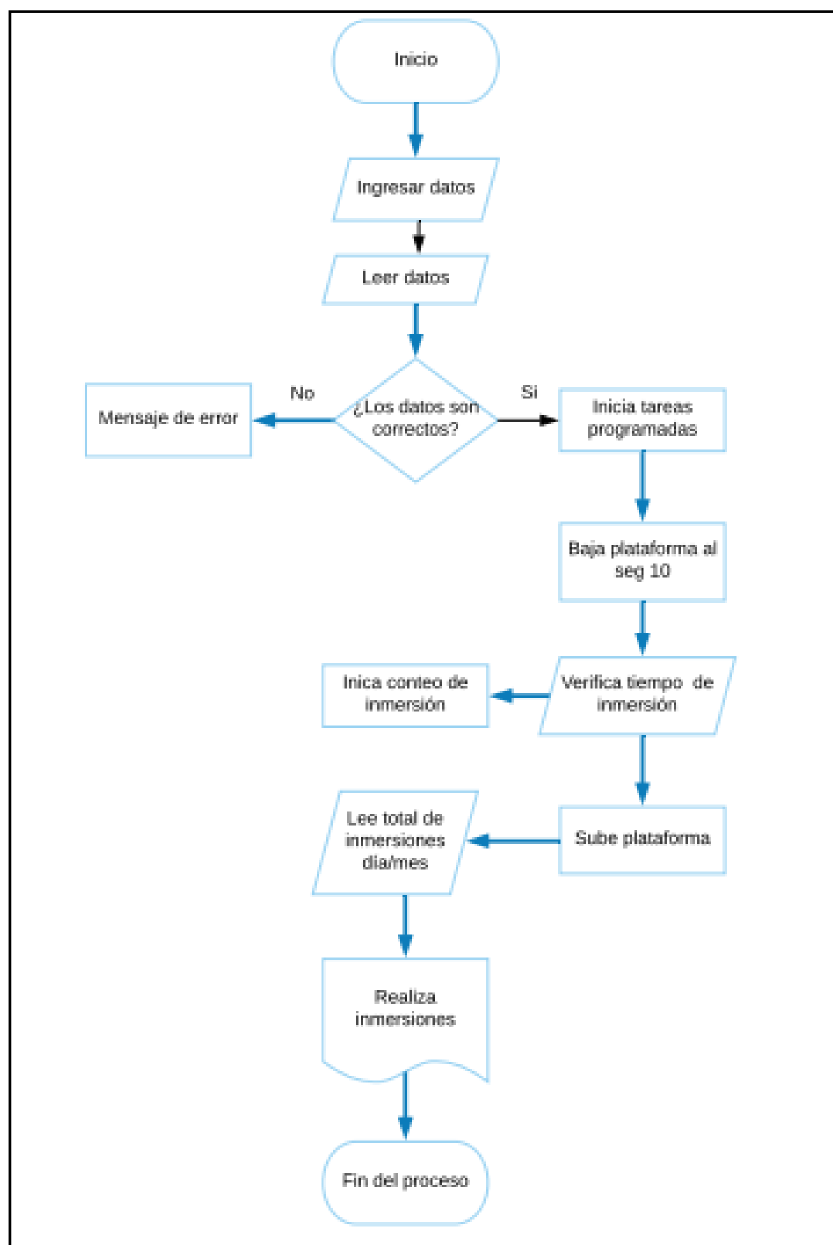


Diagrama N. 1 Diagrama de flujo

Una vez configurada la placa Raspberry pi y haber cargado el programa para manejar el biorreactor, se puede observar que la pantalla principal de la aplicación en la siguiente figura

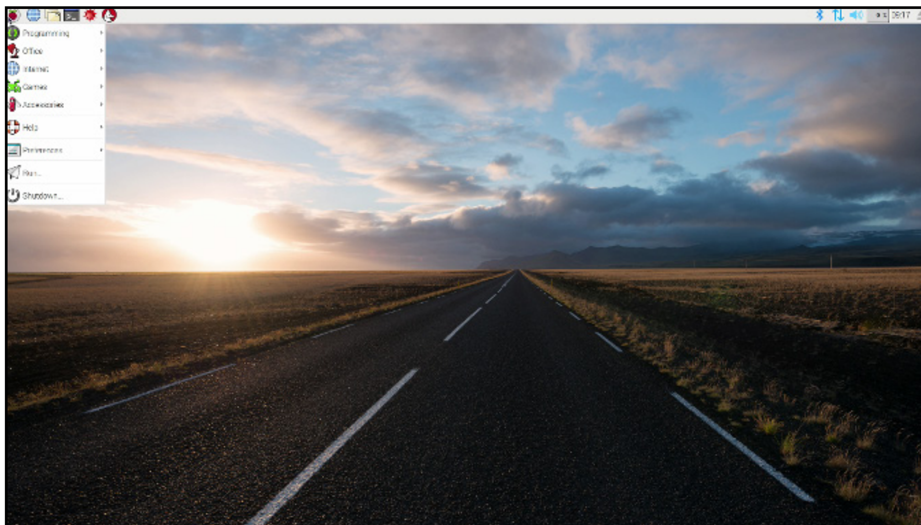


Figura N. 8 Entorno Raspbian

Ya programados los movimientos ascendentes y descendentes del motor a pasos en conjunto con la placa Arduino UNO conectado a su vez, con la placa Raspberry pi,se procede a programar el control de tiempos para la correcta inmersión de los brotes en el medio de cultivo, es decir; el investigador biológico podrá de esta manera controlar fecha-hora inicio de inmersiones, cantidad de minutos que durará la inmersión y el intervalo de horas entre una inmersión y otra.

Todo el código de desarrollo se realizó en el IDE de Netbeans el cual gracias a que es un entorno de desarrollo libre, se puede hacer uso de él explotando los atributos que nos otorga como el proceso de control de tiempos y fechas se da gracias a sus librerías que nos permiten lanzar tareas programadas sin necesidad de realizar cálculos que llevarían más líneas de código, además de ser precisas al momento de ejecutarlas.

Para la interfaz se desarrolló algo sencillo que pueda ser intuitivo para el usuario o para el investigador biológico. Se cuenta con sólo una pantalla que es dónde se va a realizar todo el procedimiento, el único trabajo del usuario es ingresar los datos e iniciar el sistema. El sistema se ejecutará automáticamente para realizar todas las tareas programadas.

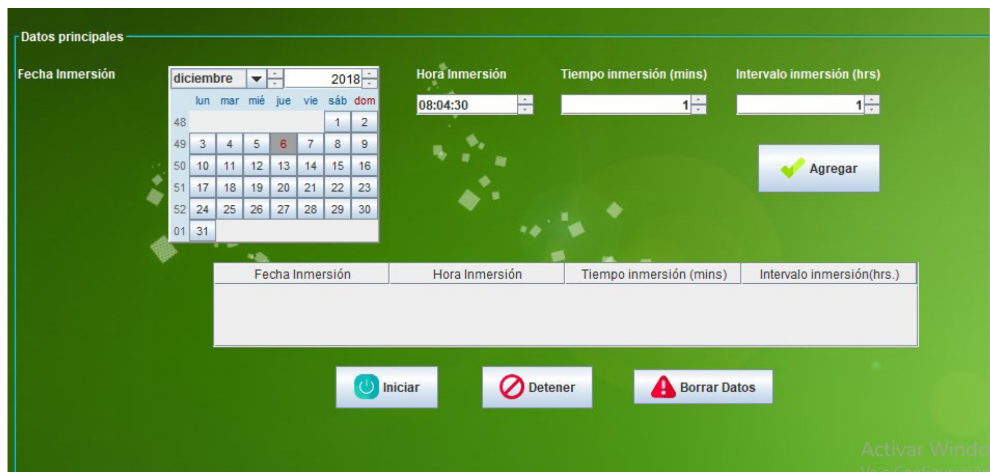


Figura N. 9 Interfaz de usuario

RESULTADOS

El prototipo termina se presenta a continuación: cuerpo del biorreactor y la parte dónde se colocan todos los elementos necesarios para el control de auatomatización del mismo, se observan tanto el motor a pasos, el driver y la placa Arduino en conjunto conectados correctamente para su funcionamiento.

La automatización individual por biorreactor sugiere una ventaja con respecto a los sistemas en serie, evitando posibles contaminaciones, sin embargo también tiene la posibilidad de conectarse con varias unidades a la vez, para aprovechar la fiuerza del motor.

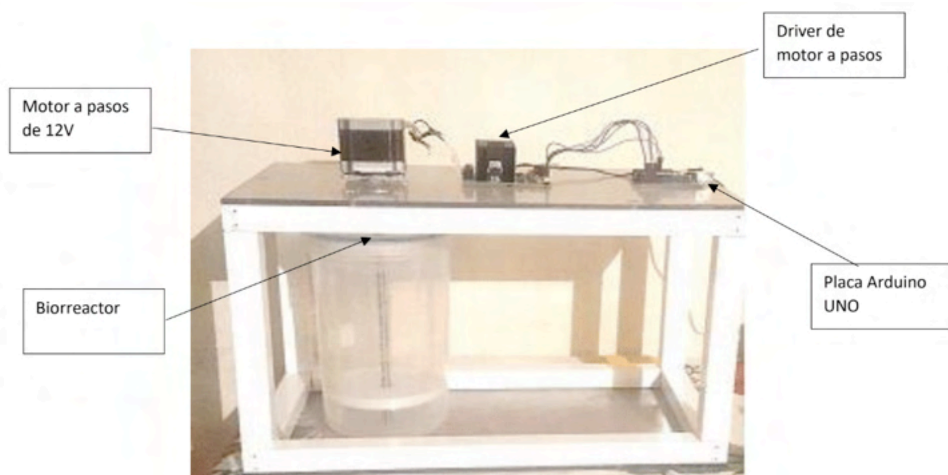


Figura 9 Biorreactor con sus elementos de control

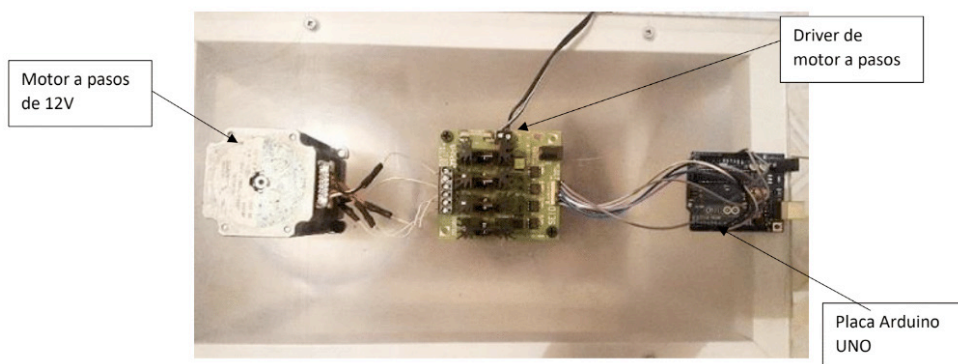


Figura 10 Elementos de control del Nuevo Biorreactor

Además, se incluye una tabla comparativa en la cual se pueden observar las diferencias de costos entre el Biorreactor diseñado anteriormente y el tipo Rita.

	Prototipo N. 2	RITA
Producción	$1,307	$1,368.91
Capacidad	2.6 L	1 L
Equipo de cómputo	$ 2,508	$5,000
Bomba de vacío	n/a	$2,041
Gastos de envío	n/a	$1,500
Total	= $3,815	$9,909.41

CONCLUSIONES

Se logró construir un Prototipo con materiales resistentes, de bajo costo, de fácil manejo con Software paramétrico que hace que se adapte a cualquier especie a propagar, lo cual permite explorar una alternativa más para la micropropagación de especies vegetales.

REFERENCIAS

Alonso Amo, Fernando (2005) Introducción a la Ingeniería de Software, Modelos de Desarrollo de Programas. Madrid, España: Delta Publicaciones, 130-150.

Arellano-Ostoa G, S González-Bernal, E García-Villanueva (2011). Propagación in vitro y por estacas de linaloe (Bursera aloexylon L.) procedente de los estados de Guerrero, Puebla y Morelos, México. In: Linaloe cultivo y aprovechamiento. Ayala S., J. C. y S. I. Ayala F. (eds). Fundación Produce Puebla, A. C. Puebla, México, 128-181.

Enríquez Herrador Rafael (2009) Guía de usuario de Arduino. I.T.I. Sistemas, 8-9

Etienne, H., E Dechamp, D. Barry-Etienne Y Bernóit Bertrand (2006). Bioreactors in coffee micropropagation. Braz. J. Plant Physiol. 18(1): 45-54.

Etienne H, M Berthouly (2002) Temporary immersion systems in plant micropropagation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 215-231.

Mallón R, P Covelo, A M Vieitez (2011) Improving secondary embryogenesis in Quercus robur: application of temporary immersion for mass propagation. Trees, 731-744.

Martínez Ladrón de Guevara Jorge (2012). Fundamentos de programación en Java. Editorial EME, 2-6.

Pino, A. S., Jova, M. C., Kosky, R. G., Torres, J. L., Cabrera, A. R., Pérez, M., García, Y. B. (2011). Multiplicación en sistema de inmersión temporal del clon de malanga “Viequera”(Xanthosoma spp.). Revista Colombiana de Biotecnología, 97-106.

Takayama, S. y Akita, M. (2008). Bioengineering Aspects of Bioreactor Application In Plant Propagation. In: Plant Tissue Culture Engineering, 83–100. Dutta Gupta and Y. Ibaraki (eds.) Springer. Dutta Gupta and Y. Ibaraki (eds.) Springer, 83-100.

CAPÍTULO 2

PRODUCTIVIDAD EN UNA HUERTA DE MANGO HADEN CONTROLADA AUTOMATICAMENTE CON MICRO ASPERSIÓN

Data de aceite: 02/05/2022

Federico Hahn Schlam
Departamento Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, Estado de México

Jesús García Martínez
Departamento Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, Estado de México

RESUMEN: México es el primer exportador de mango a nivel mundial y produce fruta de alta calidad. Una huerta de mango variedad Haden, se regó mediante un sistema automático de micro-aspersión colocado entre las hileras de árboles. Grupos de micro-aspersores se colocaron en los extremos de la corona de árbol y el riego se aplicó cada dos días por periodos de media hora. El estudio analizó el efecto del regar cada árbol con 2, 3 o 4 micro-aspersores obteniéndose el rendimiento, firmeza, contenido de solidos solubles, acidez y peso de los frutos por árbol. Al no tener los arboles la misma morfología y características biológicas, se presentaron cambios en el rendimiento, maduración y tamaño del fruto. Al analizar el contenido radicular se determin**ó** donde instalar las laterales y cuantos aspersores poner por árbol. Este estudio permitió determinar la zona ideal para fertilizar y donde agregar los sensores para medir la humedad del suelo. Al aplicar agua en todo el contorno del árbol se apreció un retraso en la producción y se evitó la caída de mangos prematuros.
PALABRAS CLAVE: Micro aspersores, mango Haden, calidad, rendimiento, dendrómetro, contenido radicular.

ABSTRACT: Mexico is the first mango exporter worldwide and produces high quality fruit. A vegetable garden of the Haden variety is watered by means of an automatic micro-sprinkling system placed between the rows of trees. Groups of micro-sprinklers were placed at the ends of the corona de árbol and el riego were applied every day for periods of half an hour. The study analyzed the effect of watering each tree with 2, 3 or 4 micro-sprinklers, obtaining the performance, firmness, content of soluble solids, acidity and fruit weight per tree. When the trees did not have the same morphology and biological characteristics, there were changes in the yield, maturity and size of the fruit. To analyze the root content, it was determined where to install the laterals and how many sprinklers could be put by tree. This study made it possible to determine the ideal area to fertilize and where to add sensors to measure soil moisture. When applying water to the entire contour of the tree, a delay in production was appreciated and the fall of premature sleeves was avoided.
KEYWORDS: Micro sprinklers, Haden hose, heat, yield, dendrometer, root content.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica L.*) fue la sexta fruta más producida a nivel mundial en el 2019 con 56 millones de toneladas por año (FAOSTAT, 2021). México con una producción

de 8.98 TM ha^{-1} está haciendo un buen trabajo para aumentar la demanda de productos de exportación que incluyen las variedades Kent, Keitt, Haden y Ataulfo utilizando prácticas orgánicas con más de 110,000 agricultores.

En la actualidad la agricultura consume el 70% del agua dulce disponible y el desafío consiste en producir la misma cantidad de fruta utilizando menos agua. El riego deficitario (DI) ha sido utilizado ampliamente en España en diversas huertas de mango entre ellas las de variedad Gomera-1 (Lipan et al., 2021), así como el riego deficitario regulado (RDI) y el riego parcial de la zona radicular (PRD). Spreer et al. (2009) informaron que los mangos cultivados en condiciones de RDI aumentaron los sólidos solubles totales (SST) después de 6 días de maduración. El rendimiento, peso del fruto, número de frutos por árbol, y firmeza del fruto aumentaron con riegos correspondientes a un 100% ET (evapotranspiración) en comparación con riegos deficitario del 75 y 50 % ET (Aly et al., 2018).

El período de fructificación es muy sensible al estrés hídrico, siendo crítico durante las primeras seis semanas. Con un buen manejo del agua se puede garantizar un alto rendimiento y una excelente calidad. La calidad se ve afectada por cambios en las condiciones ambientales durante la maduración y almacenamiento, mostrando variaciones en el contenido de sólidos solubles totales (SST), pH, contenido de carotenoides y relación entre azúcares y ácidos (Moomin et al., 2021). Los mangos Haden tratados con hidrotermicos mantuvieron buen aroma y sabor amargo cuando la fruta está muy firme. Al ablandarse los mangos Haden desarrollaron mayor dulzura y jugo, pero disminuyeron en su acidez (Nassur et al. 2015).

En períodos donde la lluvia escasea los productores se han visto en la necesidad de adquirir sistemas automatizados de riego que controlen la cantidad de agua aplicada. El riego por micro aspersión reduce el consumo de agua y aumenta los rendimientos de la cosecha (Wei et al., 2017). Este sistema de aplicación de agua nebulizada es efectivo, pero su distribución no siempre es uniforme, habiendo muchas variables que la afectan (Koumanov et al., 2005). La cantidad de micro-aspersores colocados por árbol proporcionan un riego deficitario (RDI). Esta investigación determina la producción, tamaño y peso de los mangos al aplicar riego con diversos micro-aspersores en la periferia del árbol. Un análisis de la raíz permite conocer la zona donde debe regarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el año de 2020 en una huerta de mango localizada en Loma Bonita, Guerrero (17° 25’ 47” N, -101° 11’ 19” W, 17 m ASL). El suelo de la huerta es franco arcilloso y se seleccionaron 40 árboles de 35 años de edad variedad ‘Haden’ dispuestos en 4 hileras. El manejo de los árboles incluyó prácticas convencionales de poda, riego y fertilización. El sistema automático considerado para el experimento fue uno que utiliza micro-aspersores de 120 L h^{-1} y que funciona con bajos rangos de presión (1-3 kg

cm^{-2}).

El experimento consta de 4 grupos con diferente riego cada uno; en tres de ellos se emplearon micro-aspersores y el control utilizó una manguera para mojar superficialmente todo el suelo debajo de la periferia del árbol. Los micro-aspersores están unidos mediante un tubín a las tuberías laterales situadas en la periferia de las coronas de los arboles (Figura 1a). Cada rociador se monta sobre una estaca de soporte a 25–30 cm de altura (Figura 1 c), con la finalidad de que el agua nebulizada se desplace y cubra la máxima área de riego (radio de 1.5 m).

Cada tratamiento con micro-aspersores consta de diez árboles, y difiere en el número de micro-aspersores por árbol y su posicionamiento. Los arboles del primer experimento (EXP1) presentan cuatro micro-aspersores en su periferia. En la periferia de los árboles de los experimentos 2 y 3 (EXP2 y EXP 3) se colocaron tres y dos micro-aspersores de 120 L h^{-1}, respectivamente (Figura 1 a). En los experimentos EXP1, EXP 2, EXP 3, se aplicó agua por media hora cada 2 días, recibiendo cada árbol 200, 150 y 100 litros, respectivamente. El control utilizó riego con manguera y suministra 300 litros cada 2 días a cada uno de los diez árboles. El comportamiento del agua en el tronco de un árbol se monitoreó con un dendrómetro el cual comprende un sensor de posicionamiento lineal que utiliza un potenciómetro resistivo de 5 kΩ. El émbolo desplazable del potenciómetro mide los desplazamientos tangenciales con una resolución de 2.5 micras. La humedad del suelo se midió mediante sensores capacitivos de suelo (PAGOW) colocados a una profundidad de 20 y 40 cm. El sensor del dendrómetro se fijó en ramas con un diámetro menor por medio de una abrazadera.

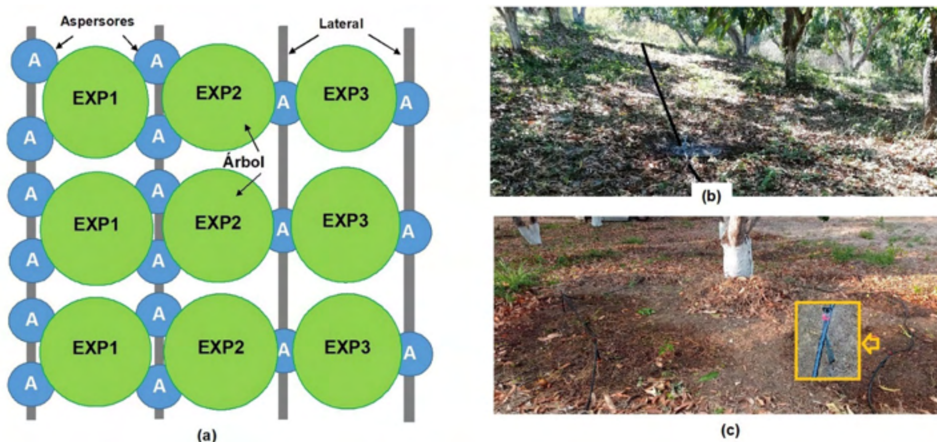


Figura 1. Mangueras laterales (a) con diferentes cantidades de micro-aspersores para cada experimento, (b) entre arboles; y (c) con micro-aspersores colocados alrededor del árbol.

En cada experimento se contó el número de días después del cuajado (DDC) de

los frutos, correspondiente al periodo entre la aparición del fruto (tamaño alfiler) después de la floración hasta su cosecha. La cantidad de frutos sazones por árbol se contaron el primero y quince de julio del 2020. Al cortarlos se midió la longitud y el peso de cada fruto, para calcular el rendimiento por árbol. La firmeza se midió mediante un analizador de textura (modelo TA + HDi, StableMicro Systems, Reino Unido) equipado con una celda de carga de 50 kg y una sonda de acero inoxidable de 2 mm de diámetro (Jha et al., 2010). La firmeza (N) se midió un día después del corte en 20 frutos escogidos al azar por tratamiento. El contenido de sólidos solubles totales (SST) expresado en Grados Brix se obtuvo con un refractómetro digital portátil (mod HI96801, Hanna Instruments, USA). La acidez triturable se determinó por el método AOAC 942.15 y el pH mediante el método AOAC 981.12/90 (AOAC, 1990). Veinte mangos por tratamiento fueron utilizados para obtener estas mediciones. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS.

Una vez terminado el experimento se escogieron dos árboles al azar y se extrajo la tierra con cuidado desde el tronco hasta el contorno del árbol. Una cuadricula de 0.3 m x 0.3 m se usó como contorno para sacar fotos con un celular. Los datos fueron procesados y segmentados mediante el programa Fiji basado en el ImageJ para contar las ramificaciones y longitud de las raíces. Fiji es un software de código abierto para introducir a ImageJ nuevos algoritmos para el análisis de imágenes biológicas (Schindelin et al., 2012).

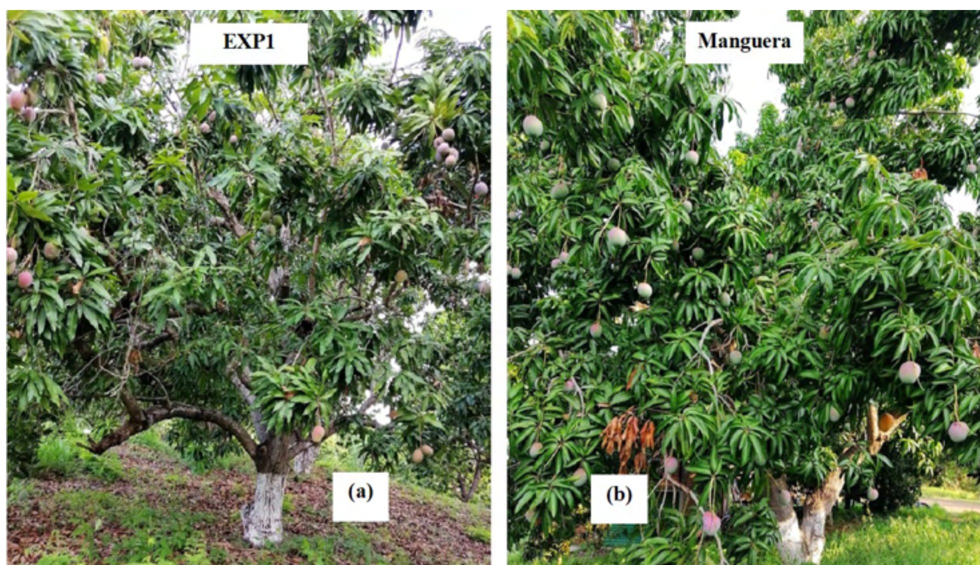


Figura 2. Mangos en el árbol usando riego (a) con cuatro micro-aspersores (EXP1) y (b) con manguera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los árboles regados con manguera (Figura 2 b) produjeron una mayor cantidad de

mangos y de mayor tamaño (Cuadro 1) que los cosechados a partir de árboles regados con cuatro micro aspersores (Figura 2 a). El aumento en el rendimiento de fruta con el riego se debe a una menor caída de fruta (Spreer et al., 2009). El área inundada por la manguera debajo del dosel es de 62 m^2 (π*4.5m^2), mientras que la región regada por los cuatro micro-aspersores cubre 28.2 m^2 (4*π*1.5m^2), lo cual corresponde a un riego deficitario del 45%. Este último riego no es uniforme ya que hay zonas que no se mojan. En un trabajo con mangos Kent, se midió con sensores la humedad del suelo y con dendrómetros la expansión-contracción de las ramas (Hahn, 2021). Las ramas arriba de las zonas rociadas (húmedas) presentaron un buen rendimiento de frutos y tuvieron contracciones-expansiones con dendrómetros de 0.12±0.02 mm por día. El crecimiento diario de las ramas sobre la zona sin humedad en el suelo fue de la mitad y el tronco proporcionaba carbohidratos y agua.

En el Cuadro 1 muestra la productividad y tamaño de frutos para cada opción de riego (manguera y DI-aspersión). Los arboles con menos aspersores (EXP3) produjeron un 80% menos de mangos. En la comercialización de mango a Europa, el peso de la fruta no debe ser menor a 200 g (Kader, 2008). Los mangos son clasificados de acuerdo a su peso en tres categorías: A (200-350 g); B (351-550 g) y C de 551 a 800 gramos. Los comerciantes de fruta nacional en México consideran fruta de primera calidad la superior a 450 g y la regular entre 350 y 450 g. Únicamente fruta de primera calidad se obtuvo a partir de árboles regados con manguera, y los mangos cosechados a partir de los experimentos EXP2 y EXP3 no estaban dentro de los límites considerados para su comercialización. La cantidad de mangos en los experimentos 2 y 3 fue igual, aunque el tamaño del fruto fue 13.7% mayor en el de los tres aspersores (Cuadro 1).

	Productividad		Frutos		
	(Kg árbol^{-1})	Long (cm)	Peso (g)	Cantidad 1/07/2020	Cantidad 15/07/2020
EXP 1	25.9±3.2^a	8±1.5^a	370±11.8^a	20±5^a	45±5^a
EXP 2	16.5±3.2^a	7.5±1.1^b	323±7.8^a	18±4^a	33±9^b
EXP 3	11.2±3.2^a	7.2±0.7^{ab}	282±8.8^a	8±3^b	34±8^{ab}
CONTROL	57.1±10.2^b	12.4±0.7^c	580±14.2^b	5±3^b	90±8^c

Valores con la misma letra dentro la misma columna son estadísticamente iguales bajo la prueba Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Productividad por árbol, longitud y peso promedio por fruto y cantidad cosechada el primero y 15 de julio del 2020.

Existe una correlación negativa entre el número de frutos en el árbol y el peso medio de los frutos (Cuadro 1). La relación entre longitud y el diámetro de la fruta son similares para los diferentes tratamientos durante el desarrollo de la fruta (Lipan et al., 2021). La sequía induce la caída de fruta en la etapa tardía y la reducción de masa en la fruta a través

de la disminución del tamaño y el número de células (Singh, 2005).

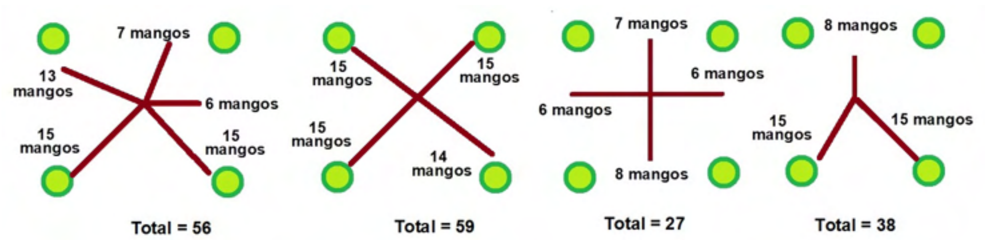


Figura 3. Productividad de mangos por rama con cuatro aspersores y diferentes topologías de árbol.

En un sistema de riego automatizado es casi imposible poner todas las mangueras de acuerdo a la topología particular de cada árbol. La productividad de acuerdo a la posición del árbol con respecto al punto de aplicación de agua se muestra en la Figura 3. En el momento que las ramas del árbol no coinciden con la zona de riego, la productividad disminuye. Por ejemplo, 59 frutos se cosecharon en el árbol donde las cuatro ramas coinciden sobre los aspersores; esto representa más del doble de los mangos (27) cosechados cuando no coinciden.

	DDC(días)	Firmeza (N)	SST (° Brix)	Acidez (g)	pH
EXP 1	112	32.2 ± 1.8^{a}	17.8 ± 0.3^{a}	0.32 ± 0.01^{a}	4.2 ± 0.1^{a}
EXP 2	112	36.5 ± 0.3^{a}	18.3 ± 0.1^{b}	0.39 ± 0.01^{a}	4.8 ± 0.1^{a}
EXP 3	112	36.4 ± 0.5^{ab}	18.4 ± 0.3^{ab}	0.45 ± 0.01^{a}	5.1 ± 0.1^{a}
CONTROL	125	34.4 ± 1.9^{ab}	16.2 ± 0.8^{a}	0.48 ± 0.01^{a}	3.7 ± 0.1^{a}

DDC: Días después cuajado; Valores con la misma letra dentro la misma columna son estadísticamente iguales bajo la prueba Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Firmeza, SST, acidez, pH de la pulpa y días después de que la fruta cuajó para cada tratamiento de riego.

Al igual que con el rendimiento, el riego influyó en la calidad de los frutos. La firmeza de la cascara no varió mucho al primer día (Cuadro 2), pero la mayor firmeza se obtuvo en los frutos con menor cantidad de agua que correspondían a los árboles regados con 3 y 2 aspersores (EXP2 y EXP3). La fruta con menos SST fue la que más agua recibió y la más dulce la de EXP3 (Cuadro 2), siendo similar al mango niño Ataulfo, el cual es más dulce y más pequeño. Esto corresponde con los resultados obtenidos en mango Osteen (Zuazo et al. 2011), donde había una mayor acumulación de azúcares en frutos que recibían una menor cantidad de agua. El pH mostró una mayor acidez en frutos con un riego de 100% ET, tendiendo a un valor de 5.1 en el EXP3. En cuanto a la acidez esta fue mayor con el

riego con manguera y menor en el EXP2, tal como está reportado por Durán-Zuazo et al. (2021). No obstante, Aly et al. (2018) trabajaron con mangos Keitt y obtuvieron valores de SST y acidez más grande al aplicar mayor cantidad de agua.

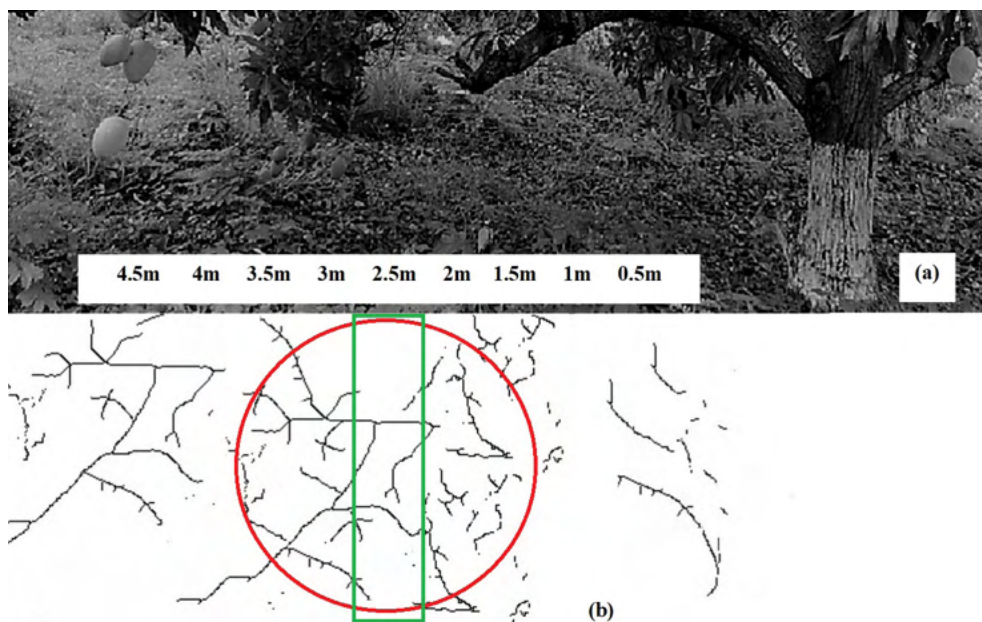


Figura 4. Árbol de mango con (a) hojas y frutos a lo largo de la rama, y (b) concentración radicular fina a 10 cm de profundidad.

En el suelo por debajo del dosel están enterradas y desparramadas las raíces finas del árbol entre 0.5 y 5 m (Figura 4 a) a partir del tronco. Estas raíces cuyo diámetro varía entre 0.55 y 2.05 mm son las que más contribuyen en la absorción de agua y nutrientes. Las raíces finas presentan el 9% del contenido radicular en el primer metro longitudinal desde el tronco (Figura 4 b). La mayor concentración radicular (76%) se encuentra en la zona localizada entre 2 y 3.5 m del tronco. La zona regada por los micro-aspersores contiene un 15% de contenido radicular. Estas raíces finas representan el 75% en la zona donde no hay humedad y del 80.5% para la zona con humedad alrededor de los aspersores tal como reportaron Santos et al. (2014). En las zonas sin riego el contenido radicular disminuyó y algunas raíces murieron como consecuencia del estrés hídrico del suelo. Al encontrar la mayor concentración radicular a una distancia de 2.5 m del tronco, este representa el lugar donde debe ponerse el sensor de medición de humedad en el suelo. El suelo tiene una capa de tepetate a 60 cm de profundidad, lo que dificulta la penetración de las raíces finas. Al desarrollarse las raíces con mayor densidad entre 2 y 3 m se recomienda aplicar los fertilizantes (cuadro verde) en una zanja de 20 cm de profundidad en el suelo (Figura 4 b). El circulo con línea roja muestra la zona que mojaría el micro-aspersor propiamente

colocado. Las laterales deben de pasar a 2.5 m del tronco y tener tres aspersores en cada mitad del dosel. Esto asegura que toda el área donde haya contenido radicular esté húmeda.

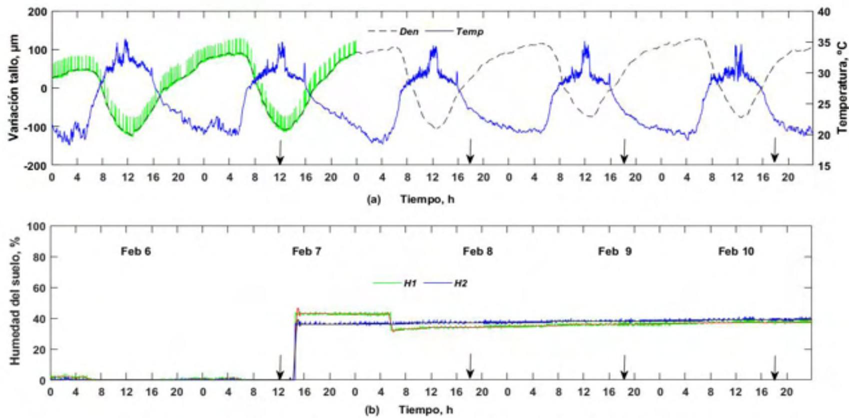


Figura 5. Mediciones (a) con el dendrómetro y DH22, (b) con los sensores de humedad

A dos metros y medio del tronco del árbol se colocaron los sensores de humedad del suelo y el dendrómetro se colocó en una de las ramas superiores debido al grosor del tronco principal. Todos los días se regó a las 18:00 horas donde aparece una flecha excepto los días 6 y 7 de febrero, para evitar la evaporación del agua en el cajete del árbol. Los sensores de humedad del suelo (H1 y H2) marcaron cero cuando no se aplicó riego por un mes (Fig 5 b). No obstante, se aprecian expansiones y contracciones en el dendrómetro pues el árbol esta vivo. Las mediciones del dendrómetro presentaron ruido, pero fueron eliminados mediante el uso de un filtro pasa bajas a la salida del sensor. Los ruidos los podemos ver durante los días 6 y 7 de febrero (Figura 5 a). En toda la curva se aprecia una contracción que llega hasta un mínimo a las 12:50 horas, período durante el cual la fotosíntesis maximiza, volviendo a subir hasta las 4:00 de la madrugada. La temperatura máxima (Figura 5 a) llega hasta 35° C de 12 a 13 horas. En todos los días se ven variaciones de contracción y expansión, pero a partir del 8 de febrero hay un incremento mayor del valor máximo del ancho del tronco con respecto al del día anterior, lo cual representa su crecimiento.

CONCLUSIONES

El estudio permite concluir que el mejor rendimiento y calidad se obtuvo con riego del 100% ET y de forma homogénea debajo del área delimitada bajo el dosel. Al utilizar el riego deficitario y sin cubrir toda el área con los aspersores se obtuvieron mangos de

bajo tamaño y menor calidad. En aplicaciones de riego deficitario con micro-aspersores se presenta un diferente rendimiento de acuerdo a la topología del árbol. Asimismo, la cantidad de aspersores por árbol tiene un efecto en el tamaño, cantidad y tiempo de maduración. Los arboles regados con menos micro-aspersores produjeron mangos pequeños, con alto SST, acidez y pH. Al estar el mayor contenido radicular a 2.5 m del tronco es necesario centrar allí la lateral, el micro-aspersor y aplicar en esa región los fertilizantes.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a otros compañeros, a Luis Lombera y a la DGIP (Universidad Autonoma Chapingo) que hizo posible el trabajo con el proyecto 22007-DTT-65.

REFERENCIAS

Aly, M. A. M., Abdel-Nasser, G., Ismaeil, A. A. & Bayoumi, G.F.M. (2018). Effect of Different Irrigation Levels on Growth, Yield and Fruit Quality of Mango cv. Keitt Grown Under Screen House. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*. Vol. 23 (1), 148-167.

A.O.A.C. Official method of analysis. (1990) Association of Official Analytical Chemistry. (16th ed), Edited by Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA. https://www.aoac.org/about-aoac-international/

Durán Zuazo, V.H., Franco, T.D., , R.B., Gálvez, R.B., Cermeño, S.P., Cuadros, T.S., & García, T.I.F. (2021): Mango fruit quality improvements in response to water stress: implications for adaptation under environmental constraints. *Hort. Sci. (Prague)*, 48: 1–11. 10.17221/45/2020-HORTSCI

Hahn, F. (2021). Soil moisture and dendrometer sampling of Kent trees irrigated with micro-sprinklers. *Am J Biomed Sci & Res,* 13(6), 697-700. 10.34297/AJBSR.2021.13.001940.

Jha, S.N., Narsaiah, K., Sharma, A.D., Singh, M., Bansal, S. & Kumar, R. (2010). Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement – a review. *J Food Sci Technol.,* 47(1),1–14. 10.1007/s13197-010-0004-6.

Kader, A. (2008). Mango quality attributes and grade standards: a review of available information and identification of future research needs. https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/03/Mango_Grade_Standards_Final_Report_Spn.pdf.

Koumanov, K., Hopmans, J. & Schwankl, L. (2005). Spatial and temporal distribution of root water uptake of an almond tree under microsprinkler irrigation. *Irrigation Science*, 24, 267-278.

Lipan, L., Carbonell, A.A., Cárceles, B., Durán, V.H., Franco, D., García, I.F., Gálvez, B.; Cuadros, S., Muelas, R., Sendra, E., Carbonell, Á.A.& Hernández, F. (2021). Can Sustained Deficit Irrigation Save Water and Meet the Quality Characteristics of Mango? *Agriculture*, 11, 448. 10.3390/agriculture11050448.

Moomin, A., Abbey, L., & Amey, N. (2021). Relation of harvesting time on physicochemical properties of Haden, Kent, Palmer and Keitt mango varieties for export and local. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4(1), 87-100. 10.22077/jhpr.2020.3170.1126.

Nassur, R.C., González-Moscoso, S., Crisosto, G., Lima, L.C., Boas, E.V., & Crisosto, C. (2015). Describing Quality and Sensory Attributes of 3 Mango (*Mangifera indica L.*) Cultivars at 3 Ripeness Stages Based on Firmness. *Journal of food science,* 80(9), S2055-63. 10.1111/1750-3841.12989.

Santos, M., Mauro, A., Donato, S. & Coelho, E. (2014). Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(4), 362-369. 10.1590/S1415-43662014000400002.

Schindelin, J., Arganda, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M., Pietzsch, T., Preibisch, S., Rueden, C., Saalfeld, S., Schmid, B., Tinevez, J., White, D., Hartenstein, V., Eliceiri, K., Tomancak, P. & Cardona, A. (2012). Fiji: An Open-Source Platform for Biological-Image Analysis. *Nature methods*, 9, 676-82. 10.1038/nmeth.2019.

Singh, Z. (2005). Embryo abortion in relation to fruit size, quality, and concentrations of nutrients in skin and pulp of mango. *Journal Plant Nutrition*, 28, 1723–1737. 10.1080/01904160500250771.

Spreer, W., Ongprasert, S., Hegele, M., Wünsche, J. N. & Müller, J. (2009). Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica, L.*, cv. *Chok Anan*) under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 96, 574-584. 10.1016/j.agwat.2008.09.020.

Wei, J., Liu, G., Liu, D. & Chen, Y. (2017). Influence of irrigation during the growth stage on yield and quality in mango (*Mangifera indica L.*). PLoS ONE, 12(4), e0174498. 10.1371/journal.pone.0174498.

Zuazo, V.H., Pleguezuelo, C.R., & Tarifa, D.F. (2011). Impact of sustained-deficit irrigation on tree growth, mineral nutrition, fruit yield and quality of mango in Spain. *Fruits,* 66, 257-268. 10.1051/fruits/2011038.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE UNA BOTANA TIPO CHIP A BASE DE BETABEL (BETA VULGARIS L.) BAJO EN GRASA APLICANDO DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 18/03/2022

María Andrea Trejo- Márquez
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales
Estado de México, México
https://orcid.org/0000-0003-0377-3781

Alma Nohemi Camacho-Franco
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales
Edo. de México, México

Selene Pascual-Bustamante
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales
Edo. de México, México

Alma Adela Lira-Vargas
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales
Edo. de México, México

RESUMEN: El betabel (*Beta vulgaris* L.) tiene alto contenido de fibra y minerales esenciales; sin embargo, su uso se reduce a jugos y ensaladas. Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una botana baja en grasa aplicando diferentes métodos de secado. El proceso de elaboración de la botana se llevó a cabo realizando un lavado, pelado, cortado, secado (convección de aire caliente a 90°C por 2 horas y microondas a 1200W por 4.30 minutos), freído (180°C por 15 segundos), escurrido, saborizado (queso, adobado) y almacenado. Las propiedades físicas (color y textura), químicas (humedad y sólidos solubles) y sensoriales (olor, color, sabor, textura y aceptabilidad) se evaluaron a los chips de betabel. Los resultados mostraron que el secado por aire caliente permitió 47.5% menor absorción de aceite, proporcionando una textura crujiente y un color de mayor luminosidad y con mayor aceptabilidad por los panelistas. Por lo que se concluyó que el secado antes del proceso de fritura permite obtener un producto con menor absorción de aceite.

PALABRAS CLAVE: Absorción de aceite, botana, secado, betabel.

DEVELOPMENT OF A CHIP-TYPEE SNACK BASED ON BEETS (BETA VULGARIS L.) LOW IN FAT APPLYING DIFFENT DRYING METHODS

ABSTRACT: Beet (*Beta vulgaris* L.) is high in fiber and essential minerals; however, its use is reduced to juices and salads. So, the objective of this work was the development of a chip low in fat by applying different dried. Chip making was done with washing, peeling, cutting, drying (convection of hot air at 90 ° C for 2 hours and microwave at 1200W for 4.30 minutes), frying (180 ° C for 15 seconds), drained, flavored (cheese, marinated), stored; The chips were evaluated for physical

properties (color and texture), chemical properties (moisture and soluble solids), and sensory properties (smell, color, taste, texture and acceptability). The results showed that drying by hot air allowed 47.5% less oil absorption due to the fact that a lower humidity value was reached, thus increasing the value of soluble solids at 62.66 ° brix, giving a crisp texture and a higher luminosity color, and with greater acceptability of the panelists. So, it is concluded that drying before the frying process allows to obtain a product with less oil absorption.
KEYWORDS: Drying, oil absorption, snack, beet.

1 | INTRODUCCIÓN

En México los alimentos snacks son ampliamente consumidos. Los jóvenes denominados “millennials” tienen una nueva concepción de alimentación más saludable, mostrándose más exigentes con las cualidades nutricionales de las botanas priorizando el sabor; por lo que lo saludable van ganando terreno; ya que el 48% de los consumidores prefieren snacks naturales. Siendo que, en la compra de alimentos sanos, el contenido en grasas es el indicador más importante, seguidos del contenido en azúcares y las calorías (Vidal, 2015). Las papas fritas “chips” convencionales absorben una gran cantidad de aceite; variando entre 35 a 40%, pues el aceite utilizado para freír se convierte en parte de los alimentos que se consumen. La temperatura, tiempo, composición de los alimentos, agentes humectantes y tratamientos de pre y post fritura son los principales factores que interfieren en la absorción de aceite. Se ha demostrado que el secado es un tratamiento de pre-fritura que ha logrado reducir los porcentajes de absorción de aceite (Montes, y Millar, 2016). Es por ello que con el afán de mejorar el contenido nutrimental de estos alimentos se buscan materias primas innovadoras que aporten compuestos que tengan beneficios en la salud, como los frutos y hortalizas (Delgado-Nieblas, 2014). Por ejemplo, el betabel, este tubérculo tiene alto contenido de estimulación inmunológica de vitamina C, fibra y minerales esenciales como el potasio y manganeso (Mercola, 2014). Cabe mencionar que es uno de los tubérculos más comunes que se cultivan en México cuyo uso se reduce principalmente a jugos y ensaladas (SIAP, 2016). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es desarrollar una botana tipo chip a base de betabel, variando métodos de secado para una menor absorción de aceite en el proceso de freído, evaluando dos saborizantes (queso y adobado) como una alternativa de uso de esta hortaliza, así como la inclusión de una botana en beneficio a la salud, cuya línea de mercado son los jóvenes principalmente.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Para este trabajo se utilizó betabel rojo fresco (*Beta vulgaris* L.) procedentes de la Central de Abastos de la Ciudad de México. Una vez obtenido el betabel se seleccionaron, lavaron, pelaron y se cortaron en una rebanadora (Skymsen, PAIE-S) en rodajas lisas de

1.5 mm.

Condiciones de proceso para la botana

El proceso de elaboración fue el siguiente: 1) se selecciona el betabel con un grado de madurez bajo y se almacena en la cámara de refrigeración a una temperatura de 1°C hasta su utilización; 2) el betabel debe de cumplir con un tamaño adecuado de 7 a 9 cm, debe presentar firmeza al tacto y presentar entre 8 a 12°Brix; 3) se lavan manualmente para retirar la tierra y materia extraña; 4) se procede a quitar la raíz y el tallo, así mismo retirar la cascara del bulbo con ayuda de un cuchillo; 5) el betabel es rebanado en rodajas o rebanas de 1.5 mm por una rebanadora rotativa; 6) el secado en estufa se llevó a cabo en rejillas a 90°C por 2 horas, mientras que el secado en microondas se lleva a cabo en platos de cerámica o cristal de 30 en 30 segundos, haciendo pausas de 30 segundos, pues no es posible llevar a cabo un secado continúo debido a que el betabel puede llegar a presentar quemaduras; 7) el tiempo de fritura es de 15 segundos a una temperatura de 180°C, siendo la proporción de aceite y el peso de las rebanadas secas de 10 a 1; 8) las rebanadas son pasadas a un colador y se agitan vigorosamente durante 1 minuto, posteriormente se dejan reposar sobre papel absorbente durante 5 minutos; 9) el producto terminado se envasa en bolsas laminadas o de celofán de 40 g cerrándose con un sellador termo soldable y 11) se almacenaron a temperaturas entre 16-25°C, en lugares amplios y ventilados.

Técnicas analíticas

El contenido de agua y grasa en la botana se determinó con una termobalanza (VE-50-5), tomándose el porcentaje total de humedad (NMX-F-428-1982) y por medio de la técnica del método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978), respectivamente. La determinación de color se realizó con un colorímetro (CM 600 Konica Minolta), midiéndose el color en la superficie de la muestra, registrando los valores de L*, a* y b*. La textura se determinó por medio del texturómetro (Brookfield CT3), seleccionando el modo de prueba de penetración con un cilindro TA- MTP y una distancia de 7 mm y una velocidad de 1.5 m/s de penetración registrando los datos de dureza, fracturabilidad y % de deformación. La determinación de sólidos solubles se realizó con un refractómetro (pocket Atago) (NMX-F-103-1982). El análisis sensorial se realizó con una técnica cuantitativa por medio de una prueba hedónica (Ramírez-Navas, 2012). A las personas se les pidió evaluar las muestras codificadas, en donde indicaron cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala de 7 puntos, que fueron desde 7 de “me gusta muchísimo” hasta 1 de “me disgusta muchísimo”. Las muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados con números en el mismo orden; realizándose a 70 personas.

Tratamientos estadísticos

El tratamiento de resultados se llevó a cabo con un análisis de varianza (ANOVA), diseño completamente aleatorio y comparación de medias, mediante pruebas de rango

múltiple (Tukey y Duncan), con un nivel de significancia del $p \leq 0.05$ en un paquete estadístico IBM SPSS STATICS versión 25.

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de botana tipo chip

La elaboración de la botana se llevó a cabo por dos métodos de secados diferentes y un posterior freído. En la tabla 1 se observa el efecto de cada método de secado sobre las características físicas del betabel.

Proceso	Imágenes de los productos obtenidos	Características
Estufa		Color rojo opaco, con una textura crujiente y un sabor muy dulce
Microondas		Color rojo intenso con coloraciones dispersas de amarillo, con una textura gomosa y de sabor dulce
Estufa-freído		Color rojo dorado, con una textura crujiente y un sabor dulce.
Microondas-freído		Disminución de color rojo, con una textura crujiente y de sabor dulce

Tabla 1. Acondicionamiento de la botana tipo chip.

Porcentaje de grasa

Una vez realizado el acondicionamiento se realizó la prueba del porcentaje de absorción de aceite en la botana, pues los alimentos fritos se consumen cotidianamente y contribuyen a la ingestión de grasas en la dieta. Uno de los parámetros más importantes de calidad de los productos fritos es la cantidad de grasa absorbida durante el proceso de freído. Algunos de ellos contienen altas cantidades de grasa en algunos casos más del 45% del producto total (Dana y Saguy, 2003). Como se puede observar en la figura 1, el porcentaje de grasa de las botanas obtenidas por los diferentes métodos registraron diferencia significativa (P£0.05), siendo la muestra de secado por estufa previo al freído la que menor absorción de aceite tuvo con un valor de 27.3%, mientras las secadas por microondas presentaron un valor 25% mayor y el betabel que no fue sometido a ningún pretratamiento 48% más; esto debido a que algunos pre tratamientos han demostrado disminuir la absorción de aceite durante la fritura, como por ejemplo, someter el alimento a secado previo mediante microondas o aire caliente (Moreno y Bouchon, 2008) ya que el freído retira agua del alimento y al encontrarse uno bajo porcentaje de humedad en éste, la absorción de aceite es menor.

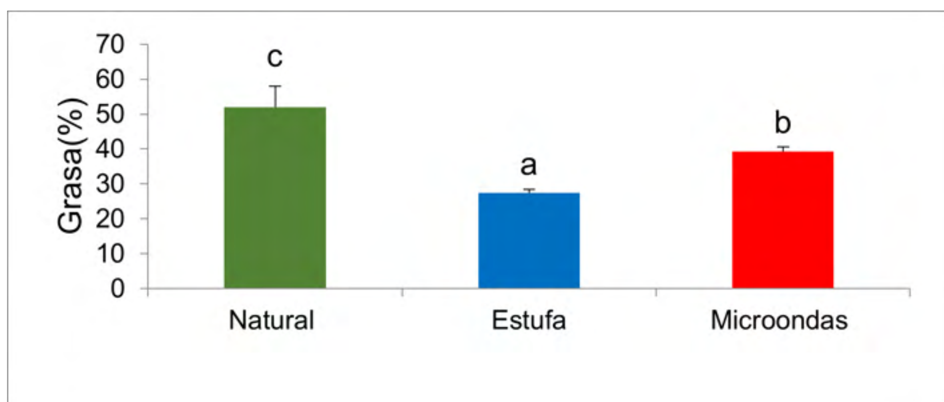


Figura 1. Absorción de grasa con secado previo por estufa y microondas comparado con producto natural sin pretratamiento. Las líneas verticales sobre las barras indican la desviación estándar del tratamiento. Las letras diferentes en cada barra indican que existe diferencia significativa.

Color

El color es la primera sensación que percibimos de los alimentos. Es la inmediatez de la visión la que otorga capital importancia a su apariencia, y quizás por ello se considera que es el primer atributo que determina la aceptabilidad y preferencias del consumidor. Una apariencia natural siempre se evalúa positivamente mientras que se tomarán precauciones ante un color extraño o inesperado que suele ser interpretado en términos de deterioro o manipulación inadecuada de las frutas y vegetales, carne y pescado (Moreno, 2017).

En la colorimetría obtenida para el betabel deshidratado y frito, se observó que en el parámetro de luminosidad (Figura 2) en donde los valores van de 0=negro a 100=blanco, se obtuvieron valores menores a 23, tendiendo a ser opacos, entre los métodos de secado se detectó que el método de estufa provocó un valor 5% menor que el de microondas, esto debido a que las microondas proporcionan productos con menos cambio de color y un aspecto más natural. Respecto a las muestras sometidas a la fritura presentaron valores más altos debido a que el color dorado es una característica y un atributo muy significativo de un producto frito (Krokida et al., 2000), siendo que el método de estufa y posterior freído obtuvo un valor 6% mayor que la muestra solo sometida al secado por estufa.

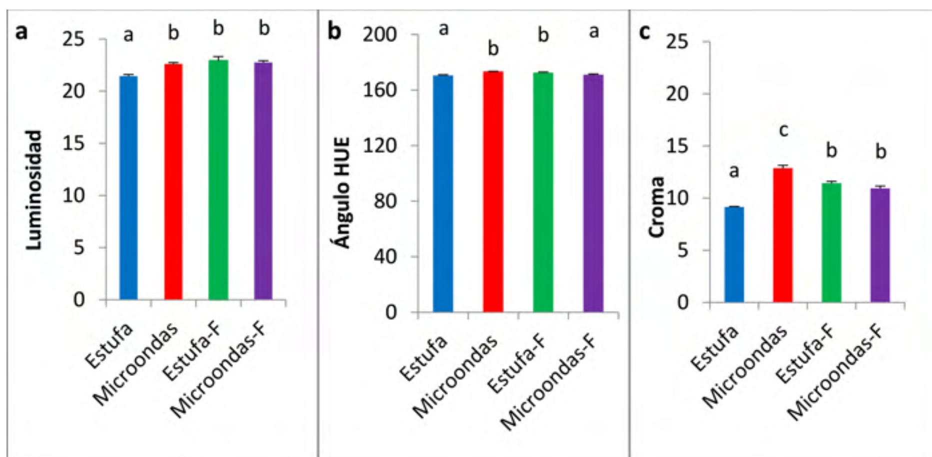


Figura 2. Luminosidad (a), Ángulo HUE (b) y croma (c) en chips de betabel con secado por estufa y microondas comparado con producto con posterior tratamiento de freído (F). Las letras iguales en cada barra indican que no existe diferencia significativa.

El ángulo HUE indica el tono, que es el nombre del color, la cualidad por la cual se distingue una familia de otra de colores cromática; siendo la tendencia de 0 ° a colores verdes a 360 ° colores amarillos o rojos. Como se muestra en la figura 2b, las botanas obtuvieron valores mayores a 170° indicando la tendencia a colores rojos opacos. Sin embargo, en el método de secado por estufa y un posterior freído se obtuvo un valor 1% mayor que en la aplicación de solo el secado por estufa, ocurriendo un fenómeno contrario en el método de secado por microondas y su posterior freído.

Croma es la fuerza del color o la intensidad de un tono, como se observa entre los métodos de secado, el microondas presentó mayor fuerza de color con un valor 29% mayor que secado por estufa (Figura 2c).

Sólidos solubles totales (SST)

Los grados °Brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia.

La cantidad de azúcar es esencial ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor como para la elaboración de ciertos productos (Arvensis Agro, 2014).

En el estudio de los sólidos solubles se observó (figura 3), que botana con secado por estufa obtuvo un valor 13% más alto comparado con la secada por microondas, dado que el tiempo de secado fue mayor en estufa y por ende el contenido de azúcares fue aumentando. Esto debido a que en el secado se pierden nutrientes, sin embargo, los componentes químicos presentes en el betabel se concentran, aumentando su valor energético, contenido de azúcares, minerales, antioxidantes, etc. Mientras que para ambos procesos de freído que se llevaron a cabo a 180°C el valor disminuyó debido a la caramelización que ocurrió cuando los azúcares se calentaron por encima de su punto de fusión (150°C), la sacarosa se hidroliza y se descompone en glucosa y fructosa (Carnevali de Falke y Degrossi, 2008). De esta manera, se registró diferencia significativa (P£0.05) en los grados °Brix de los betabeles secados por los diferentes métodos.

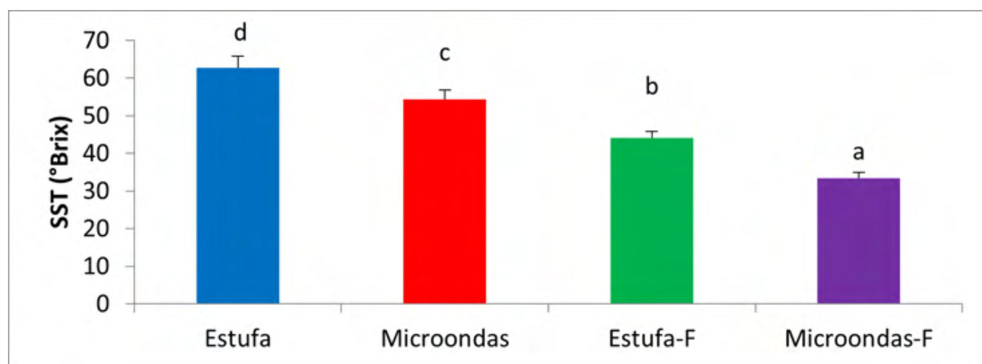


Figura 3. Contenido de sólidos solubles en chips de betabel con secado por estufa y microondas comparado con producto con posterior tratamiento de freído. Las letras diferentes en cada barra indican que si existe diferencia significativa.

Textura

La dureza, conocida como "resistencia compresiva", es la fuerza necesaria para obtener una deformación dada (Szczesniak y Kramer, 1973). Como se muestra en la figura 4 si hubo diferencia significativa (P£0.05), por el método de secado por microondas ya que las botanas obtuvieron un valor 27% mayor comparado con las de secado por estufa, esto debido a que en el secado por microondas no llegaba a una humedad final tan baja provocando en la botana una textura gomosa, por lo que requirió una mayor fuerza de aplicación. En cuanto a las botanas sometidas al freído se obtuvieron valores menores, ya que también ocurre un secado en el alimento, debido que a medida que el alimento es freído, las células internas se van deshidratando y el agua evaporada es parcialmente reemplazada por el aceite de freído (Fillion y Henry, 1998).

La fracturabilidad se define como la fuerza con la cual un material se fractura, diferentes materiales pueden fracturarse con la misma fuerza, pero a diferentes grados de compresión, de manera que, entre menor distancia a la ruptura, el material será más frágil (López, 2014). Como se observa en la figura 4b, la botana sometida a secado por estufa obtuvo un valor 94% mayor comparado con secado por microondas, debido a la textura gomosa del betabel, en cuanto a las botanas sometidas al freído se obtuvieron valores menores debido al proceso de disminución de humedad provocado en el freído.

El porcentaje de deformación es un índice que indica la rigidez del material (López, 2014). Como se observa en la figura 4c, las botanas sometidas al secado por microondas fueron las que presentaron el porcentaje de deformación más alto, siendo 78% mayor respecto a las secadas por estufa, igualmente debido a la gomosidad que presentaron las botanas secas en microondas; pues en estudios realizados por Boubekri con dátiles se encontró una alta correlación entre la textura y el contenido de agua, donde se incrementa la firmeza linealmente con la pérdida de agua (Boubekri et al., 2010).

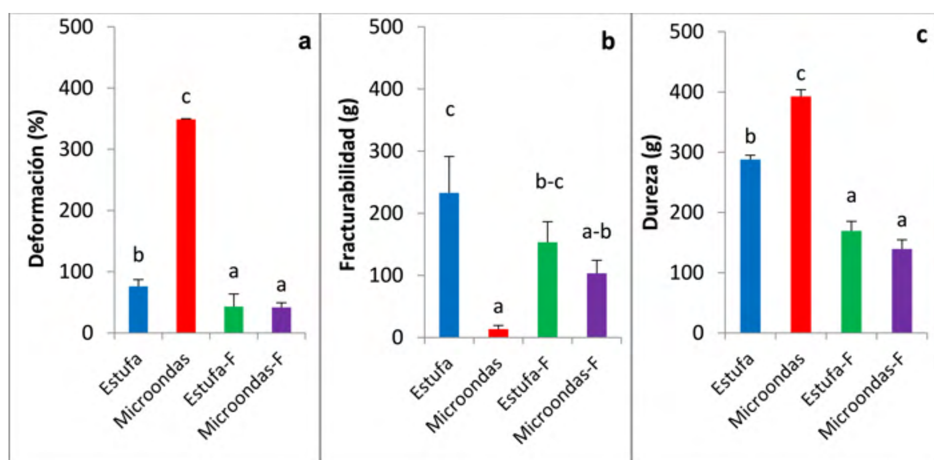


Figura 4. Deformación (a), fracturabilidad (b) y dureza (c) de chips de betabel con secado por estufa y microondas comparado con producto con posterior tratamiento de freído. Las letras diferentes en cada barra indican que si existe diferencia significativa.

Propiedades Sensorial

La aceptación de los alimentos por los consumidores está muy relacionada con la percepción sensorial de los mismos, y es común que existan alimentos altamente nutritivos, pero que no son aceptados por los consumidores. De aquí parte la importancia del proceso de evaluación sensorial en los alimentos, estas técnicas tienen fundamento científico al igual que otros tipos de análisis, al ser respaldadas por la estadística y la psicología, entre otras disciplinas. El estudio sensorial es de suma importancia en la industria de los alimentos,

siendo ésta una técnica de medición tan importante, como los métodos químicos, físicos y microbiológicos (Olivas et al., 2009).

En este sentido, fue importante evaluar el efecto del método de secado, así como del freído para tener conocimiento sobre la percepción de las características sensoriales de consumidores potenciales sobre la botana de betabel.

Para el atributo de sabor (Figura 5a) se obtuvo que si hay diferencia significativa (P£0.05), siendo los más aceptados las muestras sometidas al freído, teniendo un valor 12% mayor respecto a las muestras sometidas al método de secado por estufa y un valor 44% mayor en el método de secado por microondas.

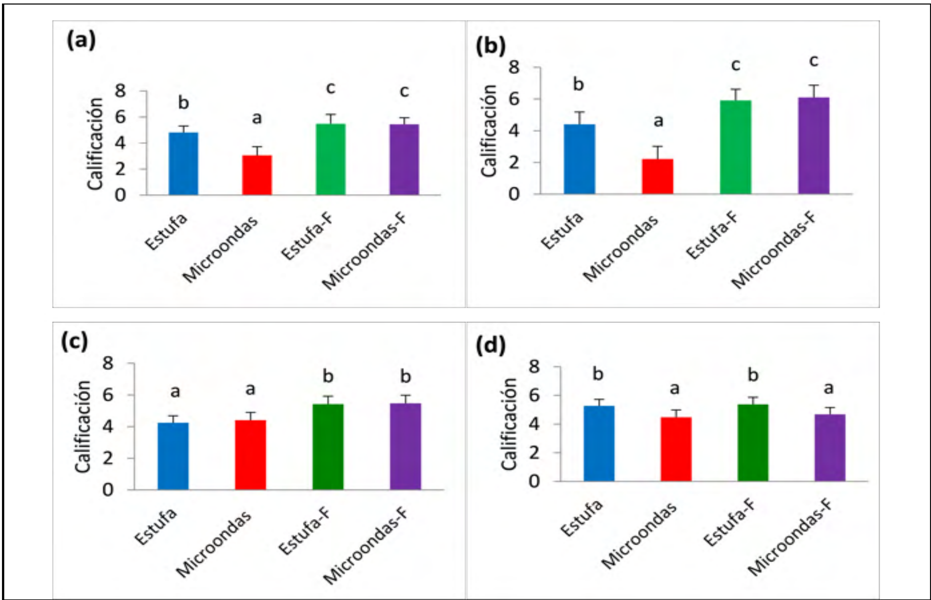


Figura 5. Evaluación del atributo de sabor (a), textura (b), olor (c) y color (d) mediante prueba sensorial para las botanas de betabel con secado por estufa y microondas comparado con producto con posterior tratamiento de freído. Las letras iguales en cada barra indican que no existe diferencia significativa.

Para el atributo de textura (Figura 5b) se obtuvo que si hay diferencia significativa (P£0.05), siendo los más aceptados las muestras sometidas al freído, teniendo un valor 27% mayor respecto a las muestras sometidas al método de secado por estufa y un valor 63% mayor en el método de secado por microondas. Para el atributo de olor (Figura 5c) los más aceptados fueron las muestras sometidas al freído, teniendo un valor 21% mayor que las muestras sometidas sólo a los métodos de secado, obteniéndose que si hay diferencia significativa. El atributo de color (Figura 5d) fue el más aceptados para las muestras de secado por estufa, teniendo un valor 26% menor que las muestras sometidas al método de secado por microondas, obteniéndose que si hay diferencia significativa (P£0.05) del color para todas las muestras.

Para la aceptación general (Figura 6) se obtuvo que si hay diferencia significativa (P£0.05), siendo los más aceptados nuevamente las muestras sometidas al freído, teniendo un valor 26% mayor respecto a las muestras sometidas al método de secado por estufa y un valor 46% mayor en el método de secado por microondas.

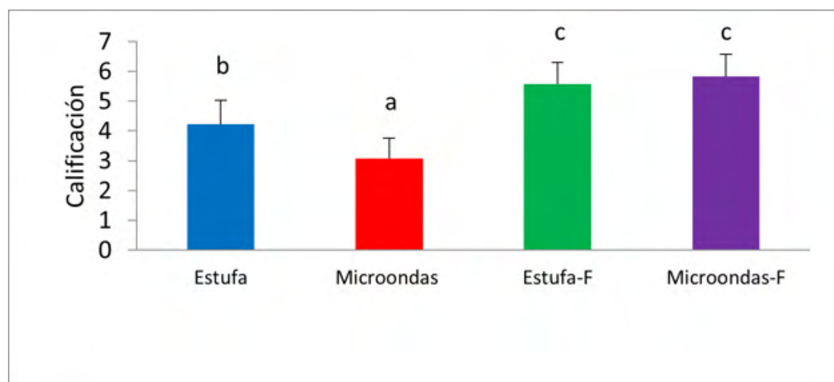


Figura 6. Evaluación del atributo de aceptabilidad mediante prueba sensorial para chips de betabel con secado por estufa y microondas comparado con producto con posterior tratamiento de freído.

4 I CONCLUSIONES

De los resultados anteriores se concluye que la botana que fue sometida a secado por estufa y freído fue la que obtuvo mayor ° Brix, mayor aceptación por los panelistas, mayores valores la textura tratando de asemejar más la textura de las papas fritas y también el que menor absorción de aceite en el producto final.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el proyecto (IT202419) Aplicación de tratamientos de ultrasonido, campos eléctricos y cocción solar en el procesamiento de productos hortofrutícolas típicos de México.

REFERENCIAS

BOUBEKRI, A., BENMOUSSA, H., COURTOIS, F., BONAZZI, C. **Softening of overdried "Deglet nour" dates to obtain high-standard fruits. Impact of rehydration and drying processes on quality criteria**. Drying Technology. v. 28, n. 2, 222-231, 2010.

CARNEVALI, DE FALKE, DEGROSSI, M.C. Caramelización, cristalización y transición vítrea. En**:** ***Bromatología y tecnología de alimentos.*** España: Fundación H.A. Barceló. p.3-5, 2009.

DANA, D., SAGUY, S. **Integrated approach to deep fat frying: engineering nutrition, health and consumer aspects**. *J Food Eng v.*56, 143-52, 2003.

DELGADO-NIEBLAS, C.I., ZAZUETA-MORALES, J.J., GALLEGOS-INFANTE, J.A., AGUILAR-PALAZUELOS, E., CAMACHO-HERNÁNDEZ, I.L., ORDORICA-FALOMIR, C.A., PIRES DE MELO M., A. CARRILLO-LÓPEZ. **Elaboration of functional snack foods using raw materials rich in carotenoids and dietary fiber: effects of extrusion processing,** CyTA-Journal of Food, v.13, n.1, 69-79, 2014.

FILLION, L., HENRY, C. **Nutrient losses and gains during frying: a review.** Int Journal Food Sci. Nutr. v.49, n. 2, p.157-268, 1998.

KROKIDA, M.K., OREOPOULOU, V. Y MAROULIS, Z.B**. Water loss and oil uptake as a function of frying time**. *Journal of Food Engineering, v.* 44. n.1, p.39-46, 2000.

LÓPEZ-GARCÍA, V. **Manual de textura.** Universidad Autónoma de México. 2014.

MERCOLA. **Beneficios del betabel**. Disponible en: https://alimentossaludables.mercola.com/betabel.html. 2014.

MONTES,O. N., MILLAR, M. I. **Absorción de aceite en alimentos fritos**. *Chil Nutr, v.* 43, n. 1, p. 87-91, 2016.

MORENO-ARRIBAS, M.V. **La importancia del color en los alimentos.** Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos, v.486, n. 1, p. 6-7, 2017.

MORENO, M, BOUCHON, P.**A different perspective to study the effect of freeze, air, and osmotic drying on oil absorption during potato frying.** J Food Sci., v. 73, p. 122-8, 2008.

NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos.

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. Norma mexicana. NMX-F-103-1982**. Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados brix**. 1982.

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. Norma mexicana. NMX-F-428-1982. Alimentos. **Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza).**1982.

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. PROY-NOM-216-SSA1-2002. Norma Oficial Mexicana. **Productos y servicios. Botanas. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.** 2002.

OLIVAS GASTÉLUM R., NEVÁREZ MOORILLÓN G. V., GASTÉLUM FRANCO M. G. **Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos**. Tecnociencia Chihuahua, v.3, n.1, p.1-7, 2009.

RAMÍREZ-NAVAS, J. S. **Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor**. *ReCiTeIA, v.12*, n.1, p.83-102, 2012.

SIAP. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola**. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp 2018.

SZCZESNIAK, A.S. KRAMER, A. **Texture Measurements of foods**. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.1973.

VIDAL, N. Alimentación saludable, la gran tendencia de consumo actual. Recuperado 25 de Noviembre de 2018, de https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/alimentacion-saludable-la-gran-tendencia- de-consumo-actual-7-claves-orientativas/. 2015

CAPÍTULO 4

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Annona squamosa* L. EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 07/03/2022

Angelica Alves Gomes
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0002-8966-2187

Matheus Marangon Debastiani
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0002-8069-7033

Mariana Pizzatto
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
http://orcid.org/0000-0001-5751-0368

Samuel Silva Carneiro
Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0003-0812-4238

Cássia Kathleen Schwengber
Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-000330840214

Angria Ferreira Donato
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0001-5204-5102

Andréa Carvalho da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0003-2921-3379

Adilson Pacheco de Souza
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
Sinop – Mato Grosso
https://orcid.org/0000-0003-4076-1093

RESUMO: Objetivou-se avaliar o crescimento inicial de mudas de *Annona squamosa* L. em diferentes níveis de sombreamento, proporcionados por telas poliolefinas pretas de 35, 50, 65 e 80% de atenuação da radiação, e na ausência de sombreamento (pleno sol). O experimento foi conduzido entre maio de 2020 a fevereiro de 2021, com período avaliativo dividido em estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com avaliação quinzenal do teor de clorofila e colorimetria, em seis repetições e, variáveis não-destrutivas de crescimento, em 19 repetições, totalizando oito períodos de crescimento (DAT) durante a estação de seca, e nove períodos de crescimento

(DAT) durante a estação de chuva, e ao final do experimento uma análise destrutiva de crescimento (260 DAT), em 10 repetições. Verificou-se que: mudas a pleno sol apresentaram fotoxidação da clorofila; a estação de seca foi importante para o crescimento, e a estação de chuva para manutenção deste, promovendo maior média de número de folhas, área foliar total estimada e diâmetro do colo nos ambientes sombreados de 35, 50, 65 e 80%; as mudas que cresceram a pleno sol apresentaram maior alocação de matéria seca nas raízes (44,51 g); mudas que cresceram a 80% de sombreamento apresentaram maior alocação de matéria seca no caule (25,67 g), o mesmo apresentou também, juntamente com 65% de sombreamento, maior significância no nível de estiolamento das mudas 122,62 e 127,20 cm e maior área foliar específica, 0,022 e 0,025 $m^{-2}.g^{-1}$. Desta forma conclui-se que, mudas de *Annona squamosa* L. possuem diferentes estratégias de crescimento e desenvolvimento, demonstrando capacidade de aclimatação a ambientes luminosos contrastantes, o que indica alta capacidade de plasticidade fenotípica da espécie.
PALAVRAS-CHAVE: Análise de crescimento**,** luminosidade, pinha, produção de mudas, soma térmica.

GROWTH OF *Annona Squamosa* L. SEEDLINGS AT DIFFERENT SHADING LEVELS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the initial growth of *Annona squamosa* L. seedlings in different levels of shading, provided by black polyolefin screens of 35, 50, 65 and 80% of radiation attenuation, and in the absence of shading (full sun). The experiment was conducted from May 2020 to February 2021, with an evaluation period divided into dry season (21/05/2020 to 18/09/2020) and rainy season (19/09/2020 to 05/02/2021). The experimental design used was completely randomized, with biweekly evaluation of chlorophyll content and colorimetry, in six replications and, non-destructive growth variables, in 19 replications, totaling eight growth periods (DAT) during the dry season, and nine growth periods (DAT) during the rainy season, and at the end of the experiment a destructive growth analysis (260 DAT), in 10 replications. It was verified that: seedlings in full sun showed chlorophyll photooxidation; the dry season was important for growth, and the rainy season for its maintenance, promoting a higher average number of leaves, estimated total leaf area and stem diameter in shaded environments of 35, 50, 65 and 80%; the seedlings that grew in full sun showed greater allocation of dry matter in the roots (44,51 g); seedlings that grew to 80% of shading showed greater allocation of dry matter in the stem (25,67 g), it also presented, together with 65% of shading, greater significance in the level of etiolation of the seedlings 122,62 and 127,20 cm and higher specific leaf area, 0,022 and 0,025 $m^{-2}.g^{-1}$. Thus, it can be concluded that *Annona squamosa* L. seedlings have different growth and development strategies, demonstrating the ability to acclimate to contrasting light environments, which indicates a high capacity for phenotypic plasticity of the species.
KEYWORDS: Growth analysis, luminosity, pinecone, seedling production, thermal sum.

1 I INTRODUÇÃO

A produção de frutas no país ainda é bastante tímida, sendo a maioria de sua

produção destinada ao mercado interno, ao qual possui a vantagem de fornecer frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano, o que é possível devido a extensão territorial do país, sua posição geográfica, condições diversas de clima e de solo favoráveis (SEBRAE, 2015).

Dentre as frutíferas, pode-se citar as pertencentes a família das anonáceas, como a *Annona squamosa* L. (pinha, ata ou fruta-do-conde), difundida em todo o território brasileiro, apresentando grande importância econômica para a região Nordeste do país. Apesar de sua importância, o cultivo tem se mostrado em grande parte, muito extensivo, resultando em pomares de baixa produção, em consequência da falta de materiais selecionados, com características superiores, e principalmente, de manejo adequado de mudas (BRAGA SOBRINHO, 2014; LEMOS, 2014).

Considerando que, atividades de manejo como, adubações, podas, irrigação, polinização e controle de pragas e doenças são mais facilmente controladas por processos agronômicos, a condição de disponibilidade de luz acaba por se tornar a variável de maior importância no desenvolvimento, crescimento e produção das mudas, influenciando não apenas com presença, mas também com a quantidade, qualidade, duração e densidade do fluxo de radiação solar (KLEIN et al., 2016), interferindo nos processos da fotossíntese, transpiração, morfologia e anatomia das folhas, produção de pigmentos fotoprotetores e fotossintéticos, entre outros (LOPES; LIMA, 2015; KLEIN et al., 2016).

Como já se sabe, as espécies apresentam diferenças entre a necessidade de luz, a qual pode ser avaliada por meio do sombreamento artificial, que proporciona uniformidade de iluminação e permite que o efeito da luz seja isolado e quantificado (LENHARD et al., 2013).

O emprego do sombreamento artificial para a produção de mudas frutíferas em viveiro pode ser uma estratégia promissora, que considera a possibilidade de formação de um microclima, permitindo que a etapa de produção das mudas ocorra em condições controladas, durante os estágios iniciais de seu desenvolvimento, momento em que se encontram mais sensíveis, sendo, portanto, técnica fundamental para a obtenção de plantas com elevada qualidade e uniformidade (PINTO et al., 2016), características que garantem a sobrevivência após o plantio no campo e, a rápida formação do pomar.

O uso de telas de sombreamento em viveiros permite ainda, por meio de análises de crescimento, a qual faz uso de vários parâmetros para analisar as respostas das mudas à intensidade da luz a que estão expostas, a obtenção de informações relacionas a capacidade da plasticidade fenotípica da espécie às variações microclimáticas (MARENCO et al., 2014), compreendendo uma técnica importante para integrar informações morfofisiológicas e inferir possíveis respostas às mudanças ambientais.

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo, avaliar os efeitos de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento inicial de mudas de *Annona squamosa* L. por meio de análises de crescimento.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre 21/05/2020 a 05/02/2021, na estação experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, município de Sinop (11° 51' 50" S e 55° 29' 08" W, 384), localizado na região norte do estado de Mato Grosso (Região de Transição Cerrado-Amazônia). O clima da região, segundo classificação de Köppen é Aw, clima tropical quente e úmido, com dois regimes pluviométricos durante o ano, o seco (maio a setembro) e o chuvoso (outubro a abril), as temperaturas médias mensais variam de 24 a 27ºC e a precipitação média anual de 1970 mm (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012).

Para a produção de mudas foram coletados frutos da *Annona squamosa* L., os quais foram despolpados, realizada a limpeza das sementes, com quebra da dormência física feita com auxílio de lixa, sendo a semeadura realizada em leito de substrato comercial no dia 13/03/2020. Após 30 dias da germinação as plântulas foram transplantadas para tubetes com volume de 820 cm^3, preparados previamente com substrato na proporção 2:1 (solo florestal: substrato comercial) em pleno sol.

No dia 21/05/2020 o experimento foi iniciado com a transferência das mudas para as unidades experimentais (viveiros metálicos suspensos), empregando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), e após 82 dias foram transplantadas para vasos maiores, de 8000 cm^3, preparados com substrato na proporção 2:1 (areia: substrato comercial).

As unidades experimentais, alinhadas no sentido leste-oeste, com dimensões de 3,0 x 1,0 x 1,0 m (comprimento, largura e altura) e a 1,0 m acima do solo, compostos por coberturas superiores, frontais e laterais de telas poliolefinas agrícolas, na cor preta, em diferentes intensidades luminosas, 35%, 50%, 65%, 80% de bloqueio da radiação global e a condição pleno sol, consistindo em cinco tratamentos. Como suporte para as mudas foram empregadas telas metálicas que permitiram minimizar os efeitos do excesso de água, e na parte central das estruturas foi instalado um sistema de irrigação com aspersores fornecendo uma lâmina de 17,7 $L.h^{-1}$ subdividida em quatro períodos de irrigação de 15 minutos.

Na condição de pleno sol, as variáveis climáticas (temperatura do ar e umidade relativa do ar) foram monitoradas por uma estação meteorológica automática, localizada cerca de 20 m da área experimental, e nas telas de sombreamento, o monitoramento micrometeorológico foi realizado com termo-higrômetros digitais modelo HT 4000 ICEL, instalados no centro de cada unidade experimental.

Os dados climáticos foram utilizados para determinar as somas térmicas acumuladas (STa), por meio da observação dos casos descritos na metodologia proposta por Ometto (1981), de acordo com o exposto por Souza et al. (2011).

Os valores obtidos para STa foram utilizados juntamente com o número de folhas acumuladas para a obtenção da regressão linear (FRANK; BAUER, 1995) necessária para a aplicação do modelo do filocrono (°$C.dia.folha^{-1}$, exigência térmica para emissão de uma

folha na haste principal), o qual corresponde a inclinação inversa da equação de regressão linear, ou seja, 1/a (XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004; STRECK et al., 2006), por maio da qual faz-se a estimativa da exigência térmica para emissão de uma folha na haste principal.

Empregaram-se análises quinzenais de crescimento não-destrutivas das mudas de *Annona squamosa* L., as quais foram iniciadas 15 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), consistindo-se na aferição da altura da muda (H, cm), medida do colo da planta até a gema apical com régua graduada e/ou fita métrica; diâmetro do colo (DC, mm), obtido à altura do substrato com o auxílio de paquímetro digital centesimal; número de folhas (NF) e de ramos (NRA) por muda; comprimento de ramos (CRA, cm), também com auxílio de régua graduada e/ou fita métrica; e área foliar total estimada (AFTES, cm^2) obtida conforme Santos et al. (2014) (Equação 1), partindo dos valores de maior comprimento e maior largura da folha aferido com régua graduada.

$$AFTES = C \times L \times 0{,}667 \qquad (\text{em } cm^2) \qquad (1)$$

em que: C é o maior comprimento foliar (cm); L é a maior largura foliar (cm); 0,667 é o fator de correção.

Como análises não-destrutivas também foram obtidas as variáveis teor de clorofila, estabelecida no índice SPAD em todas as folhas de seis repetições, leituras realizadas com auxílio do Clorofilômetro Konica Minolta (SPAD 502 – PLUS), e coloração das folhas com auxílio de colorímetro CR-400/410, com leituras na terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice do ramo (DALASTRA et al., 2014) em seis repetições.

A análise destrutiva ocorreu com a desfolha completa da muda e lavagem do sistema radicular para retirada de todo o substrato presente, após esse procedimento foram obtidos: número de folhas (NF) e ramos (NRA) por muda; diâmetro do coleto com auxílio de paquímetro digital centesimal (DC, mm); *área foliar (AF, cm*^{2}) usando medidor fotoelétrico (LI-3100C); altura da muda (H, cm) e comprimento de ramo (CRA, cm) com uso de fita métrica; comprimento do sistema radicular (CR, cm) usando fita métrica; volume do sistema radicular (VR, cm^3), obtido com auxílio de proveta graduada, por imersão das raízes lavadas em volume de água conhecido; massa da matéria seca das raízes (MSR, g), caules (MSC, g), folhas (MSF, g) e total (MST, g), determinadas em balança com precisão de 0,0001 g, após a secagem do material vegetal, que permaneceu em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 80ºC ± 5 ºC até obtenção de massa constante. Realizou-se apenas uma análise destrutiva ao final do experimento, a qual empregou 10 repetições compostas por uma muda cada.

Também foram determinadas a razão de área foliar (RFA), índice de área foliar (IAF) e a área foliar específica (AFE) conforme Silva, Beltrão e Amorim Neto (2000) e Marafon (2012) (Equações 2, 3 e 4).

$$RAF = \frac{AF}{MST} \qquad (\text{em } m^2.g^{-1}) \qquad (2)$$

$$IAF = \frac{AF}{S} \qquad (\text{em } m^2.m^{-2}) \qquad (3)$$

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad \text{(em } m^2.g^{-1}\text{)} \quad (4)$$

em que: AF é a área foliar (m^2); S é a área do solo correspondente à cada planta (0,045 m^2); MST é a massa seca total da planta (g); MSF é a massa seca da folha (g).

Por fim, as variáveis de crescimento destrutivas, foram agrupadas e calcularam-se os coeficientes de Correlação de Person (*r*) para cada uma das combinações entre as variáveis, dentro dos ambientes de pleno sol e sombreados.

O período avaliativo foi dividido em estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021), compreendendo oito períodos de crescimento (DAT) durante a estação de seca, e nove períodos de crescimento (DAT) durante a estação de chuva. Foram avaliadas em seis repetições, as variáveis de crescimento não-destrutivo colorimetria e teor de clorofila, e 19 repetições para as demais variáveis não-destrutivas, e ao fim do experimento (260 DAT) uma única análise destrutiva com 10 repetições. Os dados obtidos para as variáveis analisadas foram submetidos à ANOVA, e quando significativas, as médias foram apresentadas por regressões e/ou representações gráficas, e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Utilizou-se o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS

3.1 Soma térmica acumulada e filocrono

O maior acúmulo térmico ocorreu para o ambiente de 50% de sombreamento, independente da estação, e o menor acúmulo térmico ocorreu para 65% de sombreamento durante a estação de seca, e para pleno sol durante a estação de chuva (Tabela 1).

Os valores de filocrono para as mudas de *Annona squamosa* L. foram de (109,89; 94,33; 91,74; 97,08 e 109,89°C.dia.folha^{-1}) para pleno sol, 35, 50, 65 e 80% de sombreamento, nesta ordem. Apresentando pleno sol e 80% a mesma exigência térmica e a maior exigida para emitir uma folha, e 50% de sombreamento a menor.

	DAT	Soma Térmica Acumulada (°C.dia)				
		Sombreamento (%)				
		Pleno sol	35	50	65	80
Estação de seca	15	236,49	248,90	255,05	240,25	263,62
	29	409,62	441,00	453,58	425,00	457,69
	43	623,66	657,25	666,25	631,53	667,64
	57	810,02	854,40	870,53	813,03	860,44
	71	1009,45	1067,15	1094,14	1011,85	1068,54
	85	1213,06	1277,90	1315,42	1212,78	1272,79
	100	1464,75	1533,69	1566,90	1462,58	1523,47
	113	1699,94	1771,24	1804,39	1690,66	1753,37
Estação de chuva	127	1952,91	2031,51	2069,49	1940,67	2007,22
	142	2250,89	2339,30	2376,87	2235,12	2303,69
	155	2480,02	2581,19	2619,94	2466,91	2532,44
	170	2737,03	2858,84	2900,34	2730,36	2800,09
	183	2960,03	3100,40	3139,55	2960,54	3037,85
	197	3204,48	3370,92	3114,13	3215,18	3304,87
	210	3403,84	3597,71	3640,70	3428,65	3525,29
	245	3969,20	4218,09	4268,43	4019,39	4131,21
	260	4197,52	4497,35	4550,41	4278,94	4409,83

Tabela 1. Soma térmica acumulada para *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento, durante a estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). Sinop, MT, 2021.

3.2 Análise de crescimento

3.2.1 Parâmetros não-destrutivos

Os parâmetros não-destrutivos foram obtidos como forma de avaliar o crescimento das mudas em cada unidade experimental, sendo verificado para o teor de clorofila, expressivo aumento em todos os ambientes, atingido estabilidade aos 100 DAT na estação de seca (Tabela 2), correspondendo a STa de 1464,75°C.dia para pleno sol, 1533,69°C. dia para 35%, 1566,90°C.dia para 50%, 1462,58°C.dia para 65%, 1523,4°C.dia em 80% de sombreamento (Tabela 1).

	DAT	Clorofila (Índice SPAD)				
		Sombreamento (%)				
		Pleno sol	35	50	65	80
Estação de seca	15	28,02 b	29,77 ab	32,82 a	32,11 ab	38,86 a
	29	30,38 c	32,25 bc	35,75 ab	35,93 ab	36,98 a
	43	31,09 c	33,34 bc	24,23 d	36,19 ab	38,78 a
	57	27,85 d	31,99 cd	36,43 ab	34,49 bc	39,33 a
	71	28,54 b	33,37 b	37,48 a	36,66 a	39,78 a
	85	30,86 c	34,40 bc	38,57 ab	36,88 b	42,25 a
	100	38,11 a	37,63 a	38,61 a	37,48 a	43,84 a
	113	44,34 a	46,37 a	44,21 a	43,70 a	47,43 a
Estação de chuva	127	46,69 a	49,80 a	49,51 a	47,15 a	48,49 a
	142	42,14 a	48,27 a	46,89 a	43,25 a	48,48 a
	155	43,85 b	47,91 ab	51,38 a	49,08 ab	49,77 ab
	170	43,68 a	46,55 a	49,10 a	48,85 a	47,82 a
	183	43,02 b	47,00 ab	51,37 a	51,82 a	51,50 a
	197	39,07 c	44,00 bc	49,10 ab	50,81 a	50,39 ab
	210	40,10 b	46,17 ab	50,64 a	50,83 a	50,88 a
	245	36,25 d	48,90 c	54,14 bc	58,93 b	70,24 a
	260	37,00 b	45,54 a	46,21 a	49,43 a	49,42 a
DMS (%)		1,61 (1)	2,21 (2)			

Tabela 2. Índice SPAD de folhas de *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento, durante estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). Sinop, MT, 2021.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre sim pelo teste Tukey a 5%. (1) corresponde ao DMS da estação de seca e (2) corresponde ao DMS da estação de chuva.

Os ambientes de maior porcentagem de sombreamento favoreceram o aumento no teor de clorofila, sendo 80% de sombreamento o que apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente do pleno sol na STa de 236,49°C.dia (15 DAT), de pleno sol no acúmulo de 409,62 à 1213,06°C.dia e de 35% no acúmulo de 441 à 657,25°C.dia (correspondendo a 29, 43, 57, 71 e 85 DAT tanto para pleno sol como para 35%, de 50% no acúmulo de 666,25°C.dia (43 DAT), e de 65% no acúmulo de 813,03°C.dia (57 DAT) e 1212,78°C.dia (85 DAT) (Tabela 3). De maneira geral, pleno sol e 35% de sombreamento se destacaram por apresentarem os menores valores do índice SPAD durante todo o período.

A estabilidade que foi atingida para o teor de clorofila nos acúmulos em 100 DAT da estação de seca perdurou até os acúmulos de 2250,89 (pleno sol); 2339,30 (35%); 2376,87 (50%); 2235,12 (65%); 2303,69°C.dia (80%) (Tabela 1) em 142 DAT da estação de chuva, apresentando variações entre as análises seguintes para pleno sol; 50; 65 e 80% de sombreamento.

Entre os níveis de sombreamento nos acúmulos de 2480,02 (pleno sol); 2581,19

(35%); 2619,94 (50%); 2466,91 (65%); 2532,44°C.dia (80%) em 155 DAT, o maior teor de clorofila foi obtido em 50%, diferindo apenas de pleno sol.

Nos acúmulos de 2960,03 (pleno sol); 3100,40 (35%); 3139,55 (50%); 2960,54°C.dia (80%) em 183 DAT, os maiores valores foram obtidos em 50, 65 e 80% diferindo apenas de pleno sol; nos acúmulos de 3204,48 (pleno sol); 3370,92 (35%); 3114,13 (50%); 3215,18 (65%); 3304,87°C.dia (80%) aos 197 DAT, o maior teor de clorofila foi obtido para 65% diferindo de pleno sol e 35%; e nos acúmulos de 3403,84 (pleno sol); 3597,71 (35%); 3640,70 (50%); 3428,65 (65%); 3525,29°C.dia (80%) (Tabela 1) aos 210 DAT o menor teor de clorofila foi obtido para pleno sol, que seguiu apresentando os menores valores 245 e 260 DAT, diferindo estatisticamente dos demais ambientes.

A presença da clorofila também pode ser avaliada por meio da colorimetria, que além do verde, fornece informações adicionais quanto a cor da folha, tais informações, expressas pelos parâmetros a* que representa as cores que vão do verde (-) ao vermelho (+); b* que representa cores que vão do azul (-) ao amarelo (+), e L que representa a luminosidade. Por meio destes, pode-se obter a diferença de cor existente entre as amostras (ΔE*).

Os valores ΔE* podem ser observados na Tabela 3, sendo possível verificar aumento entre a diferença de cor das folhas em pleno sol e ambientes sombreados, com a maior diferença numérica de coloração ocorrendo entre pleno sol e 80% de sombreamento.

Com base nos valores da Tabela 3, pode-se inferir que o aumento do nível de sombreamento proporcionou cor verde mais intensa, resultando em folhas mais escuras, o contrário se aplicando a pleno sol, onde as folhas apresentaram-se mais claras, uma resposta ao menor teor de clorofila e possivelmente, maior presença de pigmentos de cor amarela.

Com a passagem para a estação de chuva, a luz passou a ter maior influência sobre os pigmentos foliares, e a diferença de cor entre folhas de pleno sol e sombra foram acentuadas.

		ΔE*			
	DAT	Sombreamento (%)			
		Pleno sol x 35%	Pleno sol x 50%	Pleno sol x 65%	Pleno sol x 80%
Estação de seca	43	2,13	1,92	1,68	6,16
	57	4,01	0,93	1,41	7,08
	71	1,20	4,05	1,50	8,47
	85	5,67	8,39	2,66	10,66
	100	1,88	1,81	6,17	6,57
	113	4,62	3,55	3,78	7,01
	127	2,01	2,16	3,56	5,15
Estação de chuva	142	7,72	10,98	9,20	11,65
	155	5,60	7,00	9,22	10,03
	170	3,11	3,62	7,71	9,95
	183	3,44	7,63	9,45	11,81
	197	1,58	6,18	8,68	10,68
	210	5,25	8,50	11,87	14,97
	245	15,78	16,61	18,80	24,57
	260	8,93	14,47	15,18	21,12

Tabela 3. Diferença de cor das folhas de *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento, durante a estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). Sinop, MT, 2021.

Para o parâmetro número de folhas (NF) (Tabela 4) durante a estação de seca, verificou-se que, diferenças significativas entre ambientes passaram a ocorrer a partir dos acúmulos de 1213,06 (pleno sol); 1277,90 (35%); 1315,42 (50%); 1212,78 (65%) e 1272,79ºC.dia (80%) em 85 DAT, com maior NF obtido em 35% de sombreamento (15,52), o que foi mantido também para a estação de chuva nos acúmulos de 2591,19 e 2858,8ºC. dia em 155, 170 DAT (31,15 e 35,21).

O menor NF foi observado para pleno sol, independente da estação, porém, a partir dos acúmulos de 2960,03 (pleno sol); 3100,40 (35%); 3139,55 (50%); 2960,54 (65); 3037,85ºC.dia (80%) (Tabela 2), em 183 DAT da estação de chuva, houve a estabilização no lançamento do NF entre os ambientes.

Os maiores incrementos no NF da primeira à última análise foram observados para os níveis de 35 e 80% durante a estação de seca e 35 e 50% de sombreamento durante a estação de chuva.

Quanto a área foliar total estimada (AFTES) (Figura 1A), foi possível observar que a alteração para a estação de seca só ocorreu a partir dos acúmulos de 1213,06 (pleno sol); 1277,90 (35%); 1315,42 (50%); 1212,78 (65%) e 1272,79ºC.dia (80%) (Tabela 2) em 85 DAT, onde os maiores valores da área foliar estimada foram observados no tratamento de 80% de sombreamento, diferindo estatisticamente do pleno sol em 1213,06 e 1464,75ºC.

dia e de 50% em 1315,42 e 1566,90ºC.dia, ambos em 85 e 100 DAT, de pleno sol em 1699,94ºC.dia, 35% em 1771,24ºC, 50% em 1804,39ºC.dia e de 65% em 1690,66ºC.dia aos 113 DAT.

		NF (Nº)				
	DAT	Sombreamento (%)				
		Pleno sol	35	50	65	80
Estação de seca	15	6,89 a	6,31 a	6,42 a	6,73 a	5,94 a
	29	7,47 a	7,89 a	7,78 a	8,10 a	8,10 a
	43	9,21 a	10,00 a	9,36 a	9,78 a	9,78 a
	57	9,63 a	10,73 a	10,15 a	9,73 a	10,57 a
	71	9,89 a	12,15 a	9,89 a	11,31 a	12,21 a
	85	9,78 c	15,52 a	10,68 bc	11,42 bc	13,15 ab
	100	12,38 b	16,31 a	11,89 b	13,89 ab	14,15 ab
	113	12,94 bc	17,15 a	11,21 c	16,05 ab	14,33 abc
Estação de chuva	127	14,41 a	19,36 a	13,89 a	16,16 a	15,61 a
	142	20,12 a	26,15 a	21,73 a	20,94 a	18,15 a
	155	20,18 b	31,15 a	25,42 ab	24,88 ab	21,89 ab
	170	19,89 b	35,21 a	32,89 a	29,05 ab	27,63 ab
	183	31,73 a	40,42 a	35,84 a	35,72 a	32,06 a
	197	33,80 a	36,94 a	32,94 a	37,16 a	36,63 a
	210	36,16 a	40,50 a	41,83 a	35,60 a	32,83 a
	245	39,50 a	52,83 a	48,66 a	45,00 a	41,50 a
DMS (%)		1,18 (1)	3,75 (2)			

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre sim pelo teste Tukey a 5%. (1) corresponde ao DMS da estação de seca e (2) corresponde ao DMS da estação de chuva.

Tabela 4. Número de folhas de *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento, durante a estação de seca (21/05/2020 a 18/09/2020) e estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). Sinop, MT, 2021.

Para a estação de chuva (Figura 1A), 80% de sombreamento diferiu estatisticamente de pleno sol em 1952,91ºC.dia, de 35% em 2031,51ºC.dia e de 50% em 2069,49ºC.dia (Tabela 1) em 127 DAT. Nos acúmulos de 2737,03 (pleno sol); 2858,84 (35%); 2900,34 (50%); 2730,36 (65%) e 2800,09ºC.dia (80%) em 170 DAT, os menores valores de área foliar foram observados nas mudas do pleno sol, o qual diferiu estatisticamente dos níveis de sombreamento do acúmulo de 2960,03 à 3969,20ºC.dia (183; 197; 210 e 245 DAT).

Para a altura de plantas (H) durante a estação de seca (Figura 1B), as diferenças começaram a ser evidenciadas a partir do acúmulo de 1068,54 9ºC (80%) em 71 DAT na tela de 80% de sombreamento, pela maior altura das mudas (24,45 cm), diferindo apenas do tratamento de 35% de sombreamento (14,36 cm). Nas avaliações que se seguiram,

o padrão de significância para os maiores valores foi mantido, com o tratamento de 80% de sombreamento diferindo dos tratamentos de pleno sol 1213,06 e 1699,94ºC.dia, de 35% em 1277,90 e 1771,24ºC.dia e de 50% em 1315,42 à 1804,39 85ºC.dia (Tabela 1), referentes a 100 e 113 DAT.

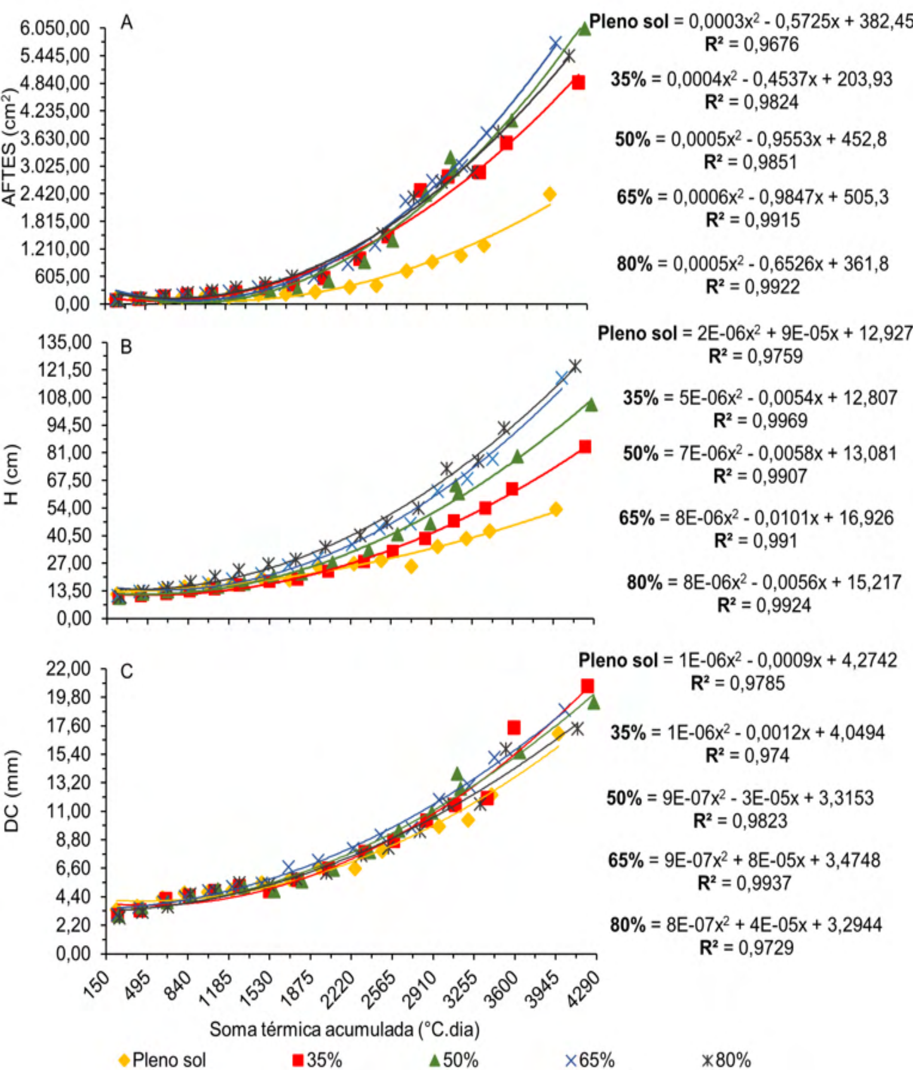


Figura 1. Área foliar total estimada (AFTES) (A), altura de muda (H) (B) e diâmetro de colo (DC) (C), em função da soma térmica acumulada, obtidos em cultivo de *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento de 21/05/2020 a 05/02/2021. Sinop, MT, 2021.

A entrada na estação de chuva (Figura 1B) promoveu acréscimos na variável de crescimento (H) em todos os tratamentos, sendo superiores em 50, 65 e 80%, com

destaque para o último (80%) que diferiu do pleno sol em 1952,91 e 2250,89ºC.dia em 127 e 142 DAT, de pleno sol nos acúmulo de 2480,02 à 3969,20ºC e 35% de sombreamento no acúmulo de 2581,19 à 4218,09ºC.dia (Tabela 1), compreendendo 155 à 245 DAT para ambos (pleno sol e 35%).

A entrada na estação de chuva (Figura 1B) promoveu acréscimos na variável de crescimento (H) em todos os tratamentos, sendo superiores em 50, 65 e 80%, com destaque para o último (80%) que diferiu do pleno sol em 1952,91 e 2250,89ºC.dia em 127 e 142 DAT, de pleno sol nos acúmulo de 2480,02 à 3969,20ºC e 35% de sombreamento no acúmulo de 2581,19 à 4218,09ºC.dia (Tabela 1), compreendendo 155 à 245 DAT para ambos (pleno sol e 35%).

Os maiores incrementos em H, da primeira à última análise, ocorreram nos tratamentos de 65 e 80% de sombreamento em ambas as estações do ano.

Quanto ao diâmetro do colo (DC), observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos durante a estação de seca (Figura 1C).

Ao considerar a estação de chuva (Figura 1C), as diferenças observadas ocorreram em apenas três avaliações, com pleno sol proporcionando menores DC, diferindo de 35% no acúmulo de 2858,54ºC.dia, de 50% em 2900,34ºC.dia e de 65% em 2730,3ºC.dia, referentes a 170 DAT, de 50% em 3114,13ºC.dia aos 197 DAT e de 35% em 3591,71ºC.dia (Tabela 1) aos 210 DAT.

Os maiores incrementos em diâmetro da primeira à última avaliação da estação de chuva foram observados nos tratamentos de 35 e 50% de sombreamento.

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes ao número de ramificações apenas para a estação de chuva, isso porque os primeiros ramos surgiram apenas nos 100 DAT com acúmulo de 1464,75ºC.dia para pleno sol; 1533,69ºC.dia para 35%; 1462,58ºC.dia para 65% e 1523,47ºC.dia para 80% e aos 113 DAT no tratamento de 50% de sombreamento com acúmulo de 1804,39ºC.dia (Tabela 1).

Os valores médios do número de ramos (NRA) (Tabela 5) entre os tratamentos para a estação de seca foram (1,81; 2,30; 1,20; 1,66 e 2,75) para pleno sol, 35, 50, 65 e 80%, respectivamente, havendo diferença apenas entre o NRA de 80% e 50% de sombreamento.

Para o comprimento desses ramos (CRA) (Tabela 5) os valores médios foram de (3,24; 5,31; 1,04; 5,31 e 8,65 cm) para os tratamentos: pleno sol, 35, 50, 65 e 80%, respectivamente, sendo o tratamento de 80% de sombreamento superior, diferindo de pleno sol, 50 e 65%.

	DAT	Sombreamento (%)				
		Pleno sol	35	50	65	80
		NRA (Nº)				
Estação de chuva	127	2,66 a	3,66 a	2,66 a	1,80 a	2,00 a
	142	3,16 ab	5,33 a	3,33 ab	2,50 ab	2,00 b
	155	3,33 a	5,16 a	3,66 a	2,50 a	2,33 a
	170	3,66 a	4,66 a	3,16 a	2,50 a	2,50 a
	183	3,66 a	5,16 a	3,33 a	2,60 a	2,60 a
	197	3,66 a	5,00 a	3,50 a	2,60 a	2,60 a
	210	3,66 a	4,60 a	3,83 a	3,40 a	2,50 a
	245	3,66 ab	6,33 a	5,50 ab	4,60 ab	3,50 b
		CRA (cm)				
Estação de chuva	127	4,57 a	6,64 a	3,23 a	3,40 a	8,52 a
	142	5,51 a	8,26 a	7,11 a	7,61 a	6,68 a
	155	7,21 a	12,01 a	10,94 a	12,70 a	11,33 a
	170	9,97 b	17,16 ab	18,91 a	21,31 a	15,23 ab
	183	11,78 b	19,03 ab	19,73 ab	22,92 a	18,29 ab
	197	12,85 b	19,80 ab	21,17 a	24,86 a	21,20 a
	210	16,01 a	21,83 a	23,62 a	22,87 a	20,68 a
	245	19,88 a	22,74 a	26,20 a	26,54 a	27,77 a
		HIP (cm)				
Estação de chuva	127	9,50 bc	7,11 c	10,15 abc	21,94 ab	23,16 a
	142	6,35 b	8,50 ab	9,70 ab	19,95 ab	26,46 a
	155	9,50 a	8,91 a	10,41 a	25,08 a	26,00 a
	170	10,98 b	9,73 b	13,56 b	24,81 ab	31,85 a
	183	9,63 b	8,91 b	13,43 ab	20,54 ab	30,54 a
	197	9,25 b	9,20 b	13,38 ab	25,08 ab	28,56 a
	210	9,70 b	10,04 b	13,95 b	24,82 ab	38,93 a
	245	10,03 b	10,50 b	14,00 b	25,70 ab	38,98 a
DMS (%)		0,98 (1)	4,75 (2)	5,73 (3)		

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre sim pelo teste Tukey a 5%. (1) corresponde ao DMS do número de ramos; (2) corresponde ao DMS do comprimento de ramos; (3) corresponde ao DMS da altura da primeira inserção. NRA - número de ramos; CRA - comprimento de ramos; HIP - altura da primeira inserção.

Tabela 5. Número de ramos, comprimento de ramos e altura da primeira inserção de *Annona squamosa* L., sob diferentes níveis de sombreamento, durante a estação de chuva (19/09/2020 a 05/02/2021). Sinop, MT, 2021.

A altura da primeira inserção (HPI) (Tabela 5) dos ramos na haste principal apresentou valores médios de (11,78; 12,50; 18,46; 14,56 e 14,35 cm) em pleno sol; 35; 50; 65 e 80%, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre si.

O surgimento de novos ramos foi significativo para os ambientes na estação de

chuva apenas em 142 e 245 DAT (Tabela 5), com maior número de ramos observados no tratamento de 35% nos acúmulos de 2339,30 e 4218,09ºC.dia, diferindo apenas de 80% de sombreamento nos acúmulos de 2303,69 e 4131,21ºC.dia (Tabela 1).

O CRA na estação de chuva começou a apresentar diferenças aos 170 DAT (Tabela 5), com o tratamento de pleno sol no acúmulo de 2737,03ºC.dia apresentando o menor valor, diferindo de 50% no acúmulo de 2900,34ºC.dia e 65% de sombreamento no acúmulo de 2730,36ºC.dia, de 65% aos 183 DAT no acúmulo de 2960,64ºC.dia e de 50, 65 e 80% de sombreamento aos 197 DAT nos acúmulos de 3114,13; 3215,18 e 3304,87ºC.dia (Tabela 1), respectivamente, atingindo a estabilidade entre os tratamentos nas duas últimas avaliações, com maior incremento no CRA observados nos tratamentos de 35 e 80% de sombreamento.

A variável HPI (Tabela 5) foi a que apresentou maior variação entre os tratamentos durante a estação de chuva, com diferença significativa em praticamente todas as avaliações, com exceção apenas dos 155 DAT referente aos acúmulos de 2480,02 em pleno sol; 2581,19 em 35%; 2619,94 em 50%; 2466,91 em 65% e 2532,44ºC.dia em 80% (Tabela 2 e 5), onde os tratamentos permaneceram iguais.

Em 127 DAT, os menores valores para HP ocorreram para pleno sol e 35% de sombreamento, os quais diferiram apenas de 65 e 80% de sombreamento. Na sequência de avaliações, o menor valor foi observado para pleno sol no acúmulo de 2250,89ºC.dia, que diferiu apenas de 80% de sombreamento no acúmulo de 2303,69ºC.dia, ambos em 142 DAT, a partir de 170 DAT até a última análise (245 DAT), os menores valores passaram a ser observados nos tratamentos a pleno sol, nos acúmulos de 2737,03 à 3969,20ºC.dia e em 35% nos acúmulos de 2858,84 à 4218,09ºC.dia, com adição de 50% de sombreamento nos acúmulos de 2900,34; 3640,70 e 4268,43ºC.dia (Tabela 1), atingidos em 170, 210 e 245 DAT.

3.2.2 Parâmetros destrutivos

Os dados referentes as médias de NF, NRA, CRA, CR, MSF, MST, nos acúmulos de 4197,52 (pleno sol); 4497,35 (35%); 4550,41 (50%); 4278,94 (65%) e 4409,83ºC.dia (80%) (Tabela 1) aos 260 DAT não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

O maior valor médio para DC refere-se ao tratamento de 35% (23,74 mm), diferindo apenas de 80% de sombreamento (17,95 mm), sendo o contrário observado para HPI, com maior valor médio para 80% (30,10 cm), diferindo de pleno sol (9,73 cm), e 35% de sombreamento (9,70).

Variável	Unidade	Sombreamento (%)					DMS
		Pleno sol	35	50	65	80	
NF	(Nº)	44,00 a	48,00 a	42,30 a	41,60 a	45,00 a	13,41
H	(cm)	61,52 c	92,61 b	109,29 ab	122,62 a	127,20 a	21,29
DC	(mm)	20,76 ab	23,74 a	20,42 ab	19,93 ab	17,95 b	5,34
HPI	(cm)	9,73 b	9,70 b	15,39 ab	21,84 ab	30,10 a	15,81
NRA	(Nº)	3,60 a	4,70 a	4,20 a	4,80 a	3,80 a	1,94
CRA	(cm)	27,57 a	29,32 a	29,06 a	32,31 a	30,62 a	11,51
CR	(cm)	44,53 a	39,51 a	43,60 a	45,93 a	46,20 a	8,27
VR	(cm^{-3})	313,00 a	314,00 a	220,00 ab	197,00 ab	119,00 b	137,28
AFT	(cm^{-2})	3193,00 b	5198,65 a	5483,00 a	6134,83 a	5942,31 a	1638,44
AFE	($m^2.g^{-1}$)	0,016 b	0,017 b	0,018 b	0,022 a	0,025 a	0,002
IAF	($m^2.m^{-2}$)	7,06 b	11,49 a	12,12 a	13,56 a	13,13 a	3,62
RAF	($m^2.g^{-1}$)	0,004 b	0,005 b	0,006 b	0,006 b	0,009 a	0,002
MSF	(g)	21,65 a	30,71a	29,98 a	29,67 a	22,59 a	12,11
MSC	(g)	19,88 b	29,42 ab	32,23 ab	38,16 a	25,67 ab	14,88
MSR	(g)	44,51 a	42,50 a	34,67 ab	30,59 ab	15,92 b	23,16
MST	(g)	86,05 a	102,63 a	96,88 a	98,43 a	64,20 a	46,1

NF - número de folhas; H - altura da muda; DC - diâmetro do colo; HPI - altura da primeira inserção; NRA - número de ramos; CRA - comprimento de ramos; CR - comprimento de raiz; VR - volume de raiz; AFT - área foliar total;; AFE - área foliar específica; IAF - índice de área foliar; RAF - razão de área foliar; MSF - massa de matéria seca de folhas; MSC - massa de matéria seca do caule; MSR - massa de matéria seca de raíz; MST - massa de matéria seca total de muda; DMS - diferença mínima significativa. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios para as variáveis da análise de crescimento destrutivo de *Annona squamosa* L., aos 260 DAT sob diferentes níveis de sombreamento. Sinop, MT, 2021.

O VR e a MSR, por serem parâmetros dependentes, apresentaram os maiores valores médios para os tratamentos de pleno sol (313 cm^{-3}; 44,51 g), e em 35% de sombreamento (314 cm^{-3}; 42,50 g), apresentando diferença significativa apenas entre 80% de sombreamento, o qual proporcionou o menor valor para as variáveis (119 cm^{-3}; 15,92 g).

No que diz respeito a maior média para MSC, esta foi obtida no tratamento de 65% de sombreamento (38,16 g), diferindo apenas do tratamento a pleno sol, o qual apresentou o menor valor (18,88 g).

A AFE, juntamente com H, apresentou os maiores valores médios nos tratamentos de 65 e 80% de sombreamento, onde AFE apresentou diferença estatística significativa nos tratamentos a pleno sol, 35 e 50% de sombreamento, e H em pleno sol e 35%.

O maior valor médio de RAF ocorreu no tratamento com 80% de sombreamento (0,009 $m^2.g^{-1}$), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, sendo o menor valor observado na condição a pleno sol (0,004 $m^2.g^{-1}$).

Na Tabela 6, observa-se que, tanto IAF quanto AFT apresentaram os maiores

valores médios em 35, 50, 65 e 80% de sombreamento, os quais diferiram do tratamento a pleno sol.

Por fim, a partição da massa de matéria seca total (%MST) entre os órgãos, raízes (%MSR), caule (%MSC) e folhas (%MSF) das mudas de *Annona squamosa* L. está representada na Figura 2. Apenas para a porcentagem da matéria seca acumulada nas folhas não foram observadas diferenças significativas. Entretanto, para a porcentagem de matéria seca da raiz, o maior valor médio ocorreu na condição a pleno sol (51,72%), diferindo em ordem crescente de 80 (24,79%), 65 (31,07%), 50 (35,78%) e 35% (41,41%) de sombreamento. Já para porcentagem de matéria seca do caule, o maior valor médio refere-se ao tratamento de 80% de sombreamento (39,98%), diferindo apenas de pleno sol (23,10%) e de 35% (28,66%).

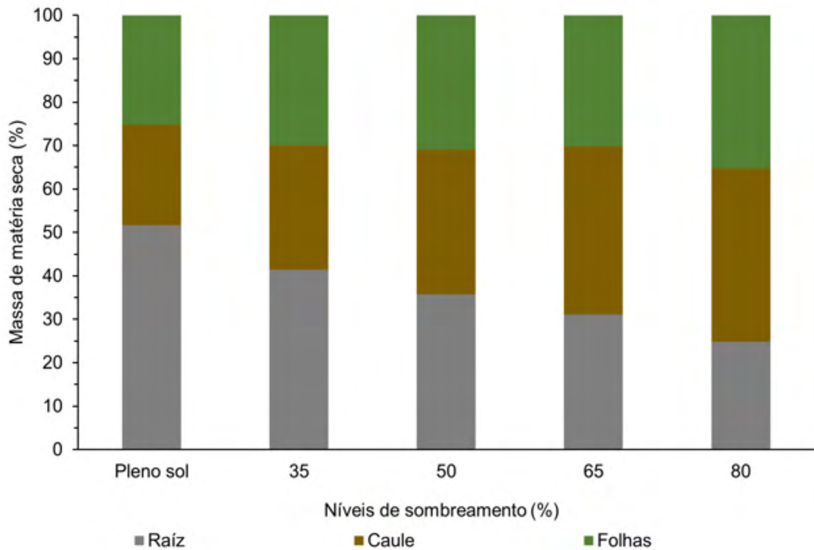


Figura 2. Percentual das massas de matéria seca das diferentes partições de mudas de *Annona squamosa* L., aos 260 DAT sob diferentes níveis de sombreamento. Sinop, MT, 2021.

Observou-se, que o percentual da alocação da matéria seca nos tratamentos apresentou variação entre os órgãos, em pleno sol, 35 e 50% de sombreamento a maior alocação ocorreu nas raízes e a menor para o caule, na condição de pleno sol e 35% de sombreamento, e para o órgão folhas em 50% de sombreamento, já para 65 e 80% a maior porcentagem de alocação ocorreu para o caule, e a menor para folhas em 65% e raiz em 80%.

3.2.2.1 Correlação de Pearson

Os coeficientes de Correlação de Pearson (*r*) para os parâmetros destrutivos em

pleno sol e ambientes sombreados estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que ocorreram correlações positivas e negativas. De maneira geral, as correlações positivas se sobressaíram sob as correlações negativas, essa afirmativa considera apenas os valores de correlação classificadas como moderada ($0,5 \leq r < 0,8$) e forte positiva ($0,8 \leq r < 1$), e moderada ($-0,8 < r \leq -0,5$) e forte negativa ($-1 < r \leq -0,8$) (classificação de acordo com o proposto por Oliveira Júnior et al. (2019)).

Ao tratar sobre as correlações positivas (apenas as contidas nos intervalos anteriores), o maior número ocorreu entre correlações envolvendo as variáveis de massa seca, de índice de área foliar, de número de folhas, de diâmetro do colo, e de volume de raiz, com coeficientes *r* variando de 0,51 a 0,94.

Já para as correlações negativas, o maior número ocorreu para a variável razão de área foliar, quando correlacionada com as variáveis de área foliar específica, índice de área foliar, massa seca e volume de raiz, e diâmetro do colo, com valores de coeficiente *r* variando de -0,86 a -0,50.

	AFT	AFE	RAF	IAF	MSF	MSR	MSC	MST	H	DC	CR	VR	HPI	NRA	CRA
NF	0,48	0,64	-0,37	0,63	0,69	0,74	0,61	0,78	-0,20	0,32	-0,14	0,31	-0,44	0,06	0,13
AFT	1,00	0,16	0,13	0,51	0,80	0,38	0,83	0,63	0,53	0,41	-0,40	0,24	0,15	0,22	0,20
AFE		1,00	-0,86	0,84	0,44	0,49	0,42	0,54	-0,18	0,43	0,04	0,41	-0,31	0,13	0,19
RAF			1,00	-0,78	-0,28	-0,50	-0,27	-0,47	0,34	-0,50	0,01	-0,55	0,37	-0,26	0,06
IAF				1,00	0,75	0,67	0,75	0,80	0,05	0,69	-0,26	0,63	-0,22	0,36	0,08
MSF					1,00	0,74	0,85	0,90	0,12	0,65	-0,57	0,55	-0,10	0,35	0,07
MSR						1,00	0,74	0,94	-0,32	0,55	-0,32	0,63	-0,21	0,05	0,05
MSC							1,00	0,89	0,21	0,57	-0,25	0,52	0,09	0,12	0,26
MST								1,00	-0,10	0,63	-0,36	0,63	-0,22	0,22	0,05
H									1,00	0,23	-0,17	0,09	0,40	0,17	0,13
DC										1,00	-0,47	0,94	-0,14	0,47	0,09
CR											1,00	-0,28	-0,08	-0,47	0,42
VR												1,00	-0,21	0,35	0,14
HPI													1,00	-0,47	0,39
NRA														1,00	-0,56

NF - número de folhas; AFT - área foliar total; AFE - área foliar específica; RAF razão de área foliar; IAF - índice de área foliar; MSR - massa de matéria seca de raiz; MSC - massa de matéria seca do caule; MST - massa de matéria seca total; H - altura da muda; DC - diâmetro do colo; CR - comprimento de raiz; VR - volume de raiz; HPI - altura da primeira inserção; NRA - número de ramos; CRA - comprimento de ramos.

Tabela 7. Coeficientes da Correlação de Pearson (r) para as variáveis destrutivas da *Annona squamosa* L., aos 260 DAT sob diferentes níveis de sombreamento. Sinop, MT, 2021.

4 | DISCUSSÃO

O teor de clorofila, trata-se de um parâmetro associado ao crescimento e adaptação, e a eficiência reprodutiva da planta a diferentes condições de ambientes. A intensidade luminosa promoveu variações nos teores de clorofila, sendo os níveis mais altos de sombreamento os que proporcionaram os maiores teores de clorofila e consequentemente da cor verde (Tabela 2 e 3). Resultado também encontrado em *Caesalpinia leiostachya* (pau-ferro), conduzida em condição de pleno sol, 50 e 70% de sombreamento, onde os autores identificaram que o nível de 70% proporcionou o maior teor de clorofila, um possível efeito compensatório da espécie, quando em ambiente com menor ocorrência de radiação solar (LENHARD et al., 2013), resultando em folhas mais escuras (Tabela 3).

Tal resultado, também está relacionado a formação dos cloroplastos, nas condições de sol e sombra. Nos cloroplastos do tipo solar há o aumento no conteúdo de carotenóides (LICHTENTHALER; BURKART, 1999; LICHTENTHALER et al., 2007; ZHENG et al., 2011), isso porque, plantas em condições de excesso de luz, investem mais energia metabólica na produção de pigmentos responsáveis pela dissipação do excesso da energia luminosa, essa afirmação pode ser confirmada pelos dados apresentados na Tabela 3, por meio do ΔE* da análise colorimétrica, onde verifica-se aumento na diferença de cor entre folhas de mudas a pleno sol e de níveis sombreados. Tal diferença reflete a maior presença de pigmentos de cores claras em folhas de pleno sol, os quais estão associados a pigmentos fotoprotetores.

Durante os meses de seca (sem precipitação pluviométrica) da região, o tratamento 80% de sombreamento pôde ser considerado em grande parte das avaliações, o ambiente de sombra mais significativo, já que promoveu os maiores teores de clorofila, porém, com a passagem para a estação de chuva, os ambientes de 50 e 65% de sombreamento passaram a integrar juntamente com 80%, os ambientes de sombra que mais influenciaram positivamente no aumento dos teores de clorofila, apesar de tal padrão de diferenciação entre os ambientes nas diferentes estações, observou-se que, o teor de clorofila evoluiu em função do tempo (ontogenia foliar), independente da condição de sombreamento.

Quando comparadas as estações, os maiores teores de clorofila foram observados durante a estação de chuva, estando relacionados principalmente a menor incidência de luminosidade que é registrada para o período, em decorrência da elevada ocorrência de nebulosidade. A percepção das plantas à menor radiação também fez com que estas alterassem sua cor (Tabela 2 e 3) principalmente durante esta estação, aumentando assim, a diferença de cor entre folhas de pleno sol e de ambientes sombreados.

Para NF (Tabela 4), foram observadas variações entre os tratamentos e aumentos significativos a partir dos 85 DAT, referente aos acúmulos de 1213,06°C.dia em pleno sol; 1277,90°C.dia em 35%; 1315,42°C.dia em 50%; 1212,78°C.dia em 65% e 1272,79°C.dia (Tabela 1) em 80% de sombreamento, na estação de seca, onde o tratamento com

35% de sombreamento apresentou o maior NF (15,52; 16,31 e 17,15 folhas), e os demais ambientes os menores, com destaque principalmente para pleno sol e 50% de sombreamento, onde foram registrados os menores valores de NF, resultado semelhante foi verificado para mudas de *Dipteryx alata* (baru) submetidas a pleno sol, 35, 50 e 70% de sombreamento, onde o menor NF (3,31 folhas) foi observado para mudas em pleno sol (QUEIROZ; FIRMINO, 2014).

O aumento expressivo no NF está diretamente relacionado a diminuição da radiação solar, passando as plantas a apresentarem maior necessidade de luz, investindo assim na formação de novas folhas. Essa afirmação pode explicar os menores NF observados em pleno sol, os quais relacionam-se com a radiação abundante. O menor NF também pode estar associado ao estresse luminoso em ambas as estações, o qual pode ter promovido maior produção de ácido abscísico (ABA), considerado o hormônio do estresse, responsável por uma série de respostas fisiológicas, inclusive a senescência foliar prematura.

Apesar de ter sido observado aumento no NF em todos os tratamentos, a variação entre estes só foi significativa entre 155 e 170 DAT, com menor NF ainda sendo referente a pleno sol (29,18 e 19,89 folhas), porém, a partir de 183 DAT com acúmulos de 2960,03°C em pleno sol; 3100,40°C.dia em 35%; 3139,55°C.dia em 50%; 2960,54°C.dia em 65% e 3037,85°C.dia (Tabela 2) em 80% de sombreamento, observa-se que o padrão de diferenciação foliar entre os ambientes (tratamentos) mudou, e estes passaram a ser considerados estatisticamente iguais quanto ao NF, sugerindo que a partir desse ponto, não mais se justifica a condução do experimento.

Após o início das chuvas, a fenologia das mudas foi influenciada, refletindo no maior aparecimento de novas folhas e redução da queda de folhas, fator que explica a estabilização do NF a partir de 183 DAT, mantida até 260 DAT (Tabela 6). A maior produção de folhas após o início das chuvas e redução da queda destas também foi verificada por Parente et al. (2012) em *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), *Caesalpinia pyramidalis* Tull. (catingueira), *Malva sylvestris* L. (malva) e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro).

A alteração do NF por muda refletiu na variação da AFTES delas. Os menores valores de AFTES durante a estação de seca foram observados com maior frequência para os tratamentos a pleno sol e 50% de sombreamento, com a passagem para a estação de chuva, apenas as mudas em pleno sol continuaram apresentado menor AFTES e consequentemente menor IAF, diferindo dos ambientes sombreados, os quais apresentaram maiores valores de AFT e IAF (Tabela 6).

Resultados semelhantes, com maior AFTES em ambientes sombreados também foram observados por Teixeira et al. (2021) em mudas *Smallanthus sonchifolius* (yacon), os autores identificaram ainda, senescência quase completa das folhas ao final do experimento, a qual foi atribuída ao fim do ciclo produtivo do yacon, o que não foi observado para os ambientes sombreados.

A maior AFTES obtida para os ambientes sombreados pode ser explicada pela maior

necessidade de luz, a qual foi aumentada durante a estação de chuva. Com a redução da radiação pela ocorrência elevada de nuvens, as mudas desenvolveram estratégias de ganho de área foliar (AF) e teores de clorofila, para maior interceptação e absorção dos raios solares (MOTA; SCALON; HEIZ, 2012) de diferentes comprimentos de onda, nos picos da fotossíntese.

Além do aumento em AF, Wu et al. (2018) verificaram para *Vitis vinífera* (videira), que ambientes sombreados também proporcionaram folhas com lâminas mais finas, relacionando-se inversamente a AFE (SILVA; BELTRÃO; AMORIM NETO, 2000; PINTO et al., 2016). De acordo com essa afirmação, pode-se considerar que, para este estudo, plantas em maiores níveis de sombreamento apresentaram menor espessura de lâmina foliar, o que resultou em maior AFE, sendo o contrário observado para pleno sol e em níveis menores de sombreamento (Tabela 6), onde uma menor AFE foi necessária para produzir 1g de MSF, portanto, apresentando maior espessura de folha, consequência do aumento do tecido parenquimático, um tipo de reforço mecânico para evitar perda de água, danos fotoxidativos e aumentar a eficiência fotossintética.

De acordo com o exposto, é possível afirmar que, plantas crescendo em pleno sol e em menores níveis de sombreamento possuem maior taxa de assimilação líquida de CO_2, do que quando em maiores níveis de sombreamento, isso porque, apesar dos ambientes terem sido considerados estatisticamente iguais quanto a MSF (Tabela 6), menor AF foi exigida para esta produção. Por meio da RAF também pode-se avaliar a taxa de assimilação líquida de CO_2, porém, neste caso, a AF está relacionada com a MST. A correlação entre esses dois parâmetros mostrou-se positiva, atingindo valor de coeficiente *r* de 0,64 (Tabela 7).

Na Tabela 6, observa-se que o maior valor da RAF ocorreu no tratamento de 80% de sombreamento (0,009 $m^{-2}.g^{-1}$), significando que, a menor interceptação da radiação solar acarretou no aumento da AF demandada para a incorporação de 1g de matéria seca. Já o menor valor ocorreu em pleno sol (0,004 $m^{-2}.g^{-1}$), porém, este não diferiu estatisticamente dos tratamentos de 35, 50 e 65% de sombreamento.

De acordo com Lenhard et al. (2013), a redução da RAF à medida que se aumenta a luminosidade é um fator que caracteriza a capacidade de adaptação da planta a diferentes condições de luz. Desta forma, quanto maior a luminosidade, menor AF é necessária para produção de 1 g de matéria seca, ou seja, nestas condições, assim como para AFE, as folhas apresentam maior taxa de assimilação líquida.

Para a H, verificou-se durante a estação de seca os menores valores médios em pleno sol, 35 e 50% de sombreamento a partir dos 71 DAT (16,78; 15,21 e 16,97 cm), diferindo apenas do tratamento de 80% de sombreamento, com média de 21,27 cm. Já para a estação de chuva, os menores valores médios de H corresponderam aos dados do tratamento pleno sol (35,9 cm) e 35% (49,28 cm) de sombreamento, sendo os maiores valores médios de H alcançados nos tratamentos de 50, 65 e 80% de sombreamento

(Figura 1B), com (50,29; 52,00 e 59,33 cm). Os dois últimos níveis de sombreamento (65 e 80%), mantiveram o padrão de maiores alturas até 260 DAT (análise destrutiva), resultado semelhante ao observado por Felsemburgh et al. (2016) em mudas de *Aniba parviflora* (macacaporanga), submetidas a pleno sol, 30, 50 e 70% de sombreamento, com a maior H ocorrendo no sombreamento de 70% (45,32 cm) e a menor em pleno sol (14 cm).

O maior crescimento das mudas, quando sombreadas, é atribuído à intensidade luminosa, tendo em vista que o rápido crescimento em altura das plantas submetidas ao sombreamento é um mecanismo de adaptação, que corresponde a uma valiosa estratégia para escapar do déficit de luz (AGUIAR et al., 2011). Esse comportamento também pode ser justificado devido ao estiolamento induzido por baixas intensidades luminosas (PACIULLO et al., 2017) e elevadas temperaturas, as quais proporcionam o aumento da biossíntese de giberelinas, auxinas e brassinoesteróides, influenciando diretamente o crescimento e o alongamento do caule (RUBERTI et al., 2012; GOMMERS, et al., 2013; BALLARÉ; PIERIK, 2017; OLIVEIRA et al., 2020).

Esse processo de alongamento é conhecido como evasão de sombra, em que as plantas jovens investem seus recursos no crescimento em altura, às custas do crescimento em outras partes, como o diâmetro do caule, a fim de superar o que está protegendo-as (PINTO et al., 2016). Nessas condições, geralmente, há uma rápida alocação de assimilados para o caule, em detrimento de outros órgãos, o que permite que as plantas superem a vegetação próxima e exponham mais favoravelmente sua superfície fotossintética à luz (QUEIROZ; FIRMINO, 2014), resultando em maior porcentagem de alocação da matéria seca para o caule, em detrimento do VR e acúmulo de MSR (Tabela 6 e Figura 4).

Basicamente, o fator de maior influência no crescimento em altura é a razão da luz vermelha/vermelha-distante (R/FR). A luz vermelha (λ = 600-700 nm) é absorvida pelas plantas para a fotossíntese, enquanto a vermelha-distante (λ = 700-800 nm) é principalmente refletida ou transmitida, mas neste caso, representa a composição espectral do local onde a planta encontra-se inserida, sendo a forma como a planta "lê" a luz. Em condições de sombreamento, a razão R/FR é reduzida, sendo intensificada em períodos nublados, onde a radiação é limitada, acelerando o alongamento do caule e das ramificações, e inibindo o surgimento de novos ramos (EVERS et al., 2011; BALLARÉ; PIERIK, 2017; GELDEREN et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020). Isso justifica o menor NRA, maior CRA e HPI observados para os ambientes sombreados, principalmente para 80% de sombreamento (Tabela 5).

Além de regular positivamente o crescimento em altura, a baixa razão R/FR ainda pode dessensibilizar as plantas aos hormônios vegetais associados à defesa, como o ácido jasmônico (JA) e o ácido salicílico (SA), ou seja, respostas de crescimento em ambientes sombreados geralmente tem prioridade sobre as respostas imunes (BALLARÉ; PIERIK, 2017).

Por outro lado, a redução do crescimento em altura em níveis com maior incidência de luz pode estar associada ao maior déficit de pressão de vapor, provocados pela elevada

irradiância, elevando as taxas transpiratórias vegetais e o fechamento dos estômatos, reduzindo, consequentemente, a fixação de carbono, comprometendo a fotossíntese, e promovendo a translocação de fotoassimilados para as raízes (OLIVEIRA et al., 2020), aumentando a biomassa da razão raiz/parte aérea, que compreende uma alteração fisiológica em resposta ao estresse, fato provado pelos maiores valores de VR e %MSR nos tratamentos do pleno sol e 35% de sombreamento a expensas do caule (MSC) e folhas (MSF) (Tabela 6 e Figura 4).

Quanto ao DC, este não apresentou diferença significativa entre tratamentos durante estação de seca. A passagem para a estação de chuva promoveu a diferenciação entre tratamentos a partir dos acúmulos de 2737,03°C.dia em pleno sol; 2858,84°C.dia em 35%; 2900,34°C.dia em 50%; 2730,36°C.dia em 65% e 2800,09°C.dia (Tabela 1) em 80%, aos 170 DAT, com pleno sol apresentando os menores diâmetros e na sequência 35, 50 e 65% de sombreamento os maiores.

Aos 197 DAT o tratamento a pleno sol diferiu apenas do 50% e aos 210 DAT apenas de 35% de sombreamento, o maior diâmetro para este último tratamento (35%) também foi encontrado na análise de crescimento destrutiva (23,74 mm), e como pôde ser observado, o aumento do nível do sombreamento reduziu o DC, apresentando menor valor as mudas da tela de 80% de sombreamento (Tabela 6). O menor diâmetro com aumento do nível de sombreamento também foi observado por Oliveira et al. (2020) em *Ocimum basilicum* (manjericão), que encontrou o menor DC para mudas submetidas a 70% de sombreamento.

Apesar do maior DC ter sido observado em 35% na análise destrutiva, as maiores médias para a variável na estação de seca corresponderam a 50 (4,67 mm) e 65% de sombreamento (4,92 mm). Com a passagem para a estação de chuva, 50% de sombreamento mostrou desempenho superior aos demais ambientes, apresentando média de 12,82 mm.

O crescimento em DC ocorre em resposta ao crescimento das células produzidas pelo câmbio vascular (SALISBURY; ROSS, 2012), o qual é estimulado pelos fotossintatos produzidos pela fotossíntese, e pela influência dos hormônios translocados das regiões apicais, por esse motivo, configura-se um bom parâmetro indicador da assimilação líquida do vegetal (PAIVA et al., 2003) e, portanto, de seu crescimento. Sendo assim, pode-se considerar que, 35% de sombreamento apresentou maior assimilação líquida, refletindo em maior acúmulo MST, que apesar de ter sido considerada estatisticamente igual entre tratamentos, apresentou maior valor numérico para 35% de sombreamento (102,63 g).

Ao considerar a Correlação de Pearson (Tabela 7), as variáveis que apresentaram maior número de correlações com as demais e entre si foram as de massa seca, IAF, de NF, de DC, e de VR, com coeficientes *r* variando de 0,51 a 0,94. Porém, afim de recomendar o tempo de permanência das mudas no viveiro, deve-se considerar uma variável de fácil obtenção, que neste caso seria o NF ou o DC.

Na Tabela 4 estão contidos os valores para NF, observa-se que durante a estação

de chuva o NF atingiu a estabilidade, passando a ser considerado estatisticamente igual entre ambientes. Afim de determinar o tempo de permanência da muda no viveiro, e considerando que o ambiente de 50% de sombreamento proporcionou melhores características morfológicas, as mudas estarão prontas para o plantio no campo ao atingirem o acúmulo térmico de 1804,39ºC.dia após a aplicação do sombreamento, o que teoricamente corresponderia a 20 folhas, aproximadamente, considerando que o filocrono no ambiente de 50% de sombreamento foi de 91,74°C.dia.folha^{-1}.

Partindo desta informação, e relacionando-a com o DC (Figura 1C), o qual tem sido empregado como uma característica de qualidade das mudas, ao atingirem acúmulo térmico de 1804,39ºC.dia, as mudas apresentaram DC de aproximadamente 6 mm, valor que se encontra dentro do limite de 5 a 10 mm recomendado por Gonçalves, Santarelli e Moraes Neto (2000), caracterizando uma muda de boa qualidade e apta ao plantio.

5 I CONCLUSÕES

As mudas que cresceram a pleno sol apresentaram fotoxidação da clorofila.

O sombreamento de 35% proporcionou maiores números de folhas das mudas de *Annona squamosa* L., durante a estação de seca.

O aumento do nível de sombreamento para 80% proporcionou o acréscimo da área foliar das mudas de *Annona squamosa* L. durante a estação de seca.

Os níveis de sombreamento de 35%, 50%, 65% 80% proporcionaram maiores números de folhas e área foliar durante a estação de chuva, com destaque para maior área foliar em 50% de sombreamento.

A passagem para a estação de chuva promoveu a variação no diâmetro das mudas de *Annona squamosa* L. entre pleno sol e níveis de sombreamento, com maior diâmetro médio ocorrendo em mudas a 50% de sombreamento.

O aumento de área foliar e área foliar específica das mudas de *Annona squamosa* L., nos ambientes de 65% e 80% de sombreamento indicaram alta capacidade de plasticidade fenotípica da espécie.

Sombreamentos de 65 e 80% promoveram maiores níveis de estiolamento das mudas de *Annona squamosa* L.

Mudas de *Annona squamosa* L. que cresceram sob condição de pleno sol, aumentaram a porcentagem de massa seca alocada para o órgão raiz, em detrimento do caule, o contrário ocorreu em 80% de sombreamento, com menor alocação de matéria seca para o órgão raiz, e a maior para o caule.

Com base no exposto, mudas de *Annona squamosa* L. possuem diferentes estratégias de crescimento e desenvolvimento, demonstrando capacidade de aclimatação a ambientes luminosos contrastantes, o que indica alta capacidade de plasticidade fenotípica da espécie, sendo o ambiente de 50% de sombreamento o mais recomendado para o

cultivo das mudas, as quais devem ser mantidas no viveiro até atingirem aproximadamente 20 folhas.

A condução de mudas em viveiro justifica-se apenas durante a estação de seca, sendo a transferência para o campo, recomendada assim que se iniciar a estação de chuva, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das mudas, bem como o aumento das chances de sucesso na implantação do pomar.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. **Crescimento de mudas de pau-brasil** (*Caesalpinia echinata* Lam.)**, submetidas a cinco níveis de sombreamento**. Rev Ceres, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, nov./dez. 2011. DOI 10.1590/S0034-737X2011000600008. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008. Acesso em: 28 fev. 2022.

BALLARÉ, CARLOS, L.; PIERIK, R. **The shade-avoidance syndrome: multiple signals and ecological consequences**. Plant, Cell & Environ, Glasgow, v. 40, n. 11, p. 2530-2543, nov. 2017. DOI 10.1111/pce.12914. Disponível em:https://doi-org.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1111/pce.12914. Acesso em: 03 set. 2021.

BRAGA SOBRINHO, R. **Produção integrada de Anonáceas no Brasil**. Rev Bras de Frutic, Jaboticabal, v. 36, p. 102–107, 2014. *Número Especial. 1. DOI 10.1590/S0100-29452014000500012.* Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500012. Acesso em: 01 set. 2021.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. DE M.; GUIMARÃES, V. F.; HACHMANN, T. L.; INAGAKI, A. M. **Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta**. Bragantia, Campinas, v. 73, n. 4, p. 365–371, set. 2014. DOI 10.1590/1678-4499.206. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1678-4499.206. Acesso em: 02 ago. 2021.

EVERS, J. B.; KROL, A. R. V. D.; VOS, J.; STRUIK, P. C. **Understanding shoot branching by modelling form and function**. Trends Plant Sci, v. 16, n. 9, p. 464-467, jun. 2011. DOI 10.1016/j.tplants.2011.05.004. Disponível em: https://doi-org.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.tplants.2011.05.004. Acesso em: 03 set. 2021.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciênc Agrotec, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, dez. 2011. DOI 10.1590/S1413-70542011000600001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001. Acesso em: 02 ago. 2021.

FELSEMBURGH, C. A.; SANTOS, K. J. S.; CAMARGO, P. B.; CARMOS, J. B.; TRIBUZY, E. S. **Respostas ecofisiológicas de** *Aniba parviflora* **ao sombreamento artificial**. Pesq Flor Bras, Colombo, v. 36, n. 87, p. 201-210, jul./set. 2016. DOI 10.4336/2016.pfb.36.87.964. Disponível em: https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.964. Acesso em: 01 set. 2021.

FRANK, A.B.; BAUER, A. **Phyllochron Differences in Wheat, Barley and Forage Grasses**. Crop Sci, v. 35, n. 1, p. 19-23, jan. 1995. DOI 10.2135/cropsci1995.0011183X003500010004x. Disponível em: http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010004x. Acesso em: 01 mar. 2022.

GELDEREN, K. V.; KANG, C.; PAALMAN, R.; KEUSKANP, D.; HAYES, S.; PIERIK, R. **Far-red light detection in the shoot regulates lateral root development through the HY5 transcription factor**. Plant Cell, Oxford, v. 30, n. 1, p. 101-116, jan. 2018. DOI 10.1105/tpc.17.00771. Disponível em: https://dx-doi.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1105%2Ftpc.17.00771. Acesso em: 03 set. 2021.

GOMMERS, C. M. M.; VISSER, E. J. W.; ONGE, K. R. ST.; VOESENEK, L. A. C. J. **Shade tolerance: when growing tall is not an option**. Trends Plant Sci, v. 18, n. 2, p. 65-71, fev. 2013. DOI 0.1016/j.tplants.2012.09.008. Disponível em: https://doi-org.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.tplants.2012.09.008. Acesso em: 01 set. 2021.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. *In*: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

KLEIN, J.; RAMPIM, L.; KESTRING, D; GUIMARÃES, V.F.; RODRIGUES, J.D. **Influência de protetores físicos coloridos nas trocas gasosas em mudas de canafístula** [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.]. Ci Fl, Santa Maria, n. 26, p.797-809, jul./set. 2016. DOI 10.5902/1980509824208. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509824208. Acesso em: 03 set. 2021.

LEMOS, E. E. P. **A Produç*ão* de Anonáceas no Brasil**. Ver Bras Frutic, Jaboticabal, v. 36, p. 86–93, jan. 2014. Edição especial. 1. DOI 10.1590/S0100-29452014000500009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500009. Acesso em: 01 set. 2021.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. **Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento**. Pesqui Agropecu Tropi, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, jun. 2013. DOI https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200012. Acesso em: 01 set. 2021.

LICHTENTHALER, H. K. BURKART, S. **Photosynthesis and high light stress**. Plant Physiology, Alemanha, v. 25, n. 3–4, p. 3–16, 1999. Disponível em: [pdf] 3 – 16 photosynthesis and high light stress * l semantic scholar. Acesso em: 02 ago. 2021.

LICHTENTHALER, H. K.; AC, A., MAREKB, M. V., KALINAC, J., URBAN, O. **Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyllfluorescence images of sun and shade leaves of four tree species**. Plant Physiol Biochem, Holanda, v. 45, p. 577-588, ago. 2007. DOI 10.1016/j.plaphy.2007.04.006. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.04.006. Acesso em: 02 ago. 2021.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 492.

MARAFON, A. C. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. **Documentos 168**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. p. 31. Disponível em: https://www.bing.com/search?q=Análise+quantitativa+de+crescimento+em+cana-de-açúcar%3A+uma+introdução+ao+procedimento+prático&qs=n&form=QBRE&sp=-1&pq=análise+de+crescimento+de+comunidades+vegetais&sc=1-46&sk=&cvid=90E42133E33143D1B5662765AF1F3A33. Acesso em: 01 set. 2021.

MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, R. S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, J. K. S. **Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas.** Rev Ceres, Viçosa, v. 61, n. 7, p. 786-799, dez. 2014. DOI 10.1590/0034-737x201461000004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000004>. Acesso em: 03 mar. 22022.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. **Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de** *Dipteryx alata* Vog. Ciênc Florest, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul./set. 2012. DOI 10.5902/198050986611. Disponível em: https://doi.org/10.5902/198050986611. Acesso em: 26 out. 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, F. V. L.; NASCIMENTO, C. M.; FLORÊNCIO, A. C.; TAVARES, M . B.; DOMBROSKI, J. L. D. Relações entre variáveis de crescimento e índices de qualidade de dickson para mudas de timbaúba produzida sob sombreamento. *In*: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2019. Recife. **Anais** [...] Recife: Cointer PDVAgro, 2019. Disponível em: https://cointer.intitutoidev.org/pdvagro/pdvagro2192.php. Acesso em: 26 out. 2021.

OLIVEIRA, R. S. V.; SALOMÃO, L. C.; MORGADO, H. S.; SOUSA, C. M.; OLIVEIRA, H. F. E. **Growth and production of basil under different luminosity and water replacement levels**. Hortic Bras, Brasília, v. 38, n. 3, p. 324-328, jul./set. 2020. DOI https://doi.org/10.1590/S0102-053620200314. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-053620200314. Acesso em: 26 out. 2021.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; MAURÍCIO, R.M.; FERNANDES, P.B.; MORENZ, M.J.F. **Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates**. Grass Forage Sci, Grã-Bretanha, v.72, n. 3, p. 590-600, out. 2017. DOI 10.1111/gfs.12264. Disponível em: https://doi.org/10.1111/gfs.1264. Acesso em: 26 out. 2021.

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. **Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (***Coffea arabica* L.**)**. Ciênc Agrotec Lavras, v. 27, p. 134-140, fev. 2003. DOI 10.1590/S1413-70542003000100016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000100016. Acesso em: 26 out. 2021.

PARENTE, H. N.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; SANTOS, E. M.; ARAUJO, K. D.; PARENTE, M. O. M. **Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de caatinga**. Rev Árvore, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 411-421, jun. 2012. DOI 10.1590/S0100-67622012000300003 . Disponível em: www.scielo.br/j/rarv/a/nzzL68GkwSbX3MDGhztSZTQ/?format=pdf. Acesso em: 06 jan. 2022.

PINTO, J. R. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. H.; SOUZA, G. O.; FREITAS, R. M. O. **Growth of** *Mimosa caesalpiniifolia* Benth**., under shade in the northeast semi-arid region of Brazil**. Rev Caatinga, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 384-392, abr./jun. 2016. DOI https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n215rc. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n215rc. Acesso em: 26 out. 2021.

QUEIROZ, É. E.; FIRMINO, T. O. **Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (***Dipteryx alata* Vog.**)**. Rev Bras Biocienc, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 72-77, jun. 2014. Disponível em: https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1534. Acesso em: 15 ago. 2021. Acesso em: 26 out. 2021.

RUBERTI, I.; SESSA, G.; CIOLFI, A.; POSSENTI, M.; CARABELLI, M.; MORELLI, G. **Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response**. Biotechnol Adv, Canadá, v. 30, n. 5, p. 1047-1058, set./out. 2012. DOI 10.1016/j.biotechadv.2011.08.014. Disponível em: https://doi-org.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.biotechadv.2011.08.014. Acesso em: 02 ago. 2021.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Crescimento e desenvolvimento. *In*: ______.**Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 16, p. 351-380.

SANTOS, S. N.; DIGAN, R. C.; AGUILAR, M. A. G.; SOUZA, C. A. S. **Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em genótipos de cacau**. Biosci J, Uberlândia, v. 30, p. 411-419, jun. 2014. Suplemento. 3. Disponível em: análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em genótipos de cacau | biosci. j. (online);30(3 supplement): 411-419, 2014. tab, graf | lilacs (bvsalud.org). Acesso em: 01 set. 2021.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. Análise de crescimento de comunidades vegetais. **Circular técnica 34**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. p. 18. Disponível em: https://www.bing.com/search?q=Anális e+de+crescimento+ de+comunidades+veg etais&cvid=63803c84d9864aaa99992e25c09ea5e7&aqs=edge..69i57.4248j0j1&pglt=43&FORM=ANNTA1&PC=LCTS. Acesso em: 01 set. 2021.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. **Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense**. Sci Plena, Aracajú, v.8, n.5, p.1-14, jun. 2012. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/download/553/491.Acesso em: 30 ago. 2021.

SOUZA, A. P.; RAMOS, C. M. C.; LIMA, A. D.; FLORENTINO, H. O.; ESCOBEDO, J. F. **Comparison of methodologies for degree-day estimation using numerical methods.** Acta Sci Agron, Maringá, v. 33, n. 3, p. 391-400, abr. 2011. DOI 10.4025/actasciagron.v33i3.6018. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i3.6018>. Acesso em: 01 mar. 2022.

STRECK, N. A.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; TIBOLA, T. **A non-linear model to simulate node appearance in muskmelon (***Cucumis melo* L**.) grown inside plastic greenhouse as a function of air temperature**. Rev Bras Agrometeorol**,** Santa Maria, v. 14, 210-216, 2006.

TEIXEIRA, A. G.; OLIVEIRA, F. L.; MENDES, T.; CAVATTE, P. C.; PARAJARA, M. C.; LIMA, W. L. **Growth of yacon under artificil shading**. Hortic Bras, v. 39, n. 2, p. 133-139, abr./jun. 2021. DOI 10.1590/s0102-0536-20210202. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210202. Acesso em: 02 ago. 2021

WU, Y.; QIU, T.; SHEN, Z.; WU, Y.; LU, D.; HE, J. **Effects of shadinh on leaf physiology and morphology in the "Yinhonh" grape plants**. Rev Bras Frutic, Jaboticabal, v. 40, n. 5, p. 1-10, jun. 2018. DOI 10.1590/0100-29452018037. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0100-29452018037. 06 jan. 2022.

XUE, Q.W.; WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. **Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models**. Ecol Modell, Amsterdam, v. 175, n. 3, p. 261-270, jul. 2004. DOI http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.018>. Acesso em: 01 mar. 2022.

ZHENG, Y.; MAI, B.; WU, R.; FENG, Y.; SOFO, A.; NI, Y.; SUN, J.; LI, J.; XU, J. **Acclimation of winter wheat (***Triticum aestivum*, cv. Yangmai 13**) to low levels of solar irradiance**. Photosynthetica, República Tcheca, v. 49, n. 3, p. 426-434, set. 2011. DOI 10.1007/s11099-011-0055-6. Disponível em: 10.1007/s11099-011-0055-6. Acesso em: 02 ago. 2021.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE BIODIGESTORES A ESCALA DOMÉSTICA EN AMÉRICA LATINA A PARTIR DE LA PANDEMIA

Data de aceite: 02/05/2022

Data de submissão: 07/04/2022

Cisneros De La Cueva Sergio
Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Química
Chihuahua, Chihuahua México
https://orcid.org/0000-0001-5320-1904

Mejias Brizuela Nildia Yamileth
Universidad Politécnica de Sinaloa, Programa Académico de Ing. en Energía
Mazatlán, Sinaloa, México
https://orcid.org/0000-0003-2973-473X

Paniagua Solar Laura Alicia
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica
Puebla, Puebla, México
https://orcid.org/0000-0001-8961-1868

San Pedro Cedillo Liliana
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingenierías
Mérida, Yucatán, México
https://orcid.org/0000-0002-6533-6571

Téllez Méndez Nallely
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica
Puebla, Puebla, México
https://orcid.org/0000-0002-3605-5412

Luna Del Risco Mario Alberto
Universidad de Medellín, Facultad de Ingenierías
Medellín, Colombia
https://orcid.org/0000-0002-4679-2125

RESUMEN: La digestión anaerobia, es una tecnología difundida a escala familiar en algunos países de Latinoamérica. En estos sistemas los residuos orgánicos generados a escala doméstica son convertidos en productos aprovechables como el biogás y el biol. El objetivo de este trabajo es un análisis de la operatividad de trescientos seis biodigestores de producción doméstica en el periodo de la pandemia en países latinoamericanos, por lo que, la metodología desarrollada consistió en una revisión de la literatura relacionada con el acondicionamiento y calidad del biogás y en un cuestionario aplicado a empresas dedicadas al ramo de la biodigestión a escala rural doméstica. Los resultados arrojaron biodigestores operando en México, Colombia, Venezuela, Ecuador, Chile y Argentina. Entre los aspectos relevantes se incluye la inexistencia de una limpieza adecuada de los contaminantes generados a lo largo del proceso de producción de biogás, el abandono de la tecnología por la falta de apoyos gubernamentales, la falta de asesoría técnica después de un año de producción y efectos de la pandemia por confinamiento o baja producción de sustratos residuales. A partir del análisis los autores infieren la falta de un marco regulatorio de producción y venta de biodigestores, se recomienda a las empresas que la limpieza del biogás sea más controlada para evitar daños a la salud de las personas que hacen uso de este biogás para cocción, así como la certificación del personal que instala y asesora a los usuarios tal como ocurre con otras tecnologías renovables como la solar fotovoltaica.

PALABRAS CLAVE: Biodigestión anaerobia,

Biol, Latinoamérica, Limpieza de biogás, Marco regulatorio.

1 I INTRODUCCIÓN

Dadas las reservas de fuentes fósiles la matriz energética de América Latina se compone fundamentalmente de gas natural y petróleo y de los productos que surgen de ellos. Sin embargo, la disponibilidad de estos recursos y el acceso a ellos por ingresos, geolocalización e infraestructura hacen que exista desigualdad entre países como entre localidades que los conforman, principalmente en zonas urbanas rurales o zonas vulnerables donde, por ejemplo, es muy común sistemas clásicos para cocción de alimentos como leña y carbón vegetal que al quemarse generan un impacto a la salud por las emisiones de óxidos de carbono que afectan la calidad del aire.

Por ello, cada día son más las regiones latinoamericanas que estudian el potencial de sus fuentes renovables para beneficios a su población y al ambiente, tal es el caso, de la biomasa agrícola residual para la generación de biogás en zonas rurales, ya que puede otorgar en primer lugar acceso a la cocción de alimentos con menos daños a la salud familiar, también a la energía eléctrica y a productos orgánicos para abono de suelos agrícolas, siempre y cuando el biodigestor se instale, opere y mantenga en buenas condiciones de drenaje de agua y captura de contaminantes.

En muchos países de América Latina el desarrollo de la tecnología no se logra concretar debido a los altos costos de instalación y mantenimiento de los biodigestores, ya que se tienen que importar, en otros casos por abandono por la falta de asesoría técnica durante el tiempo de vida útil del biodigestor o porque la investigación que se desarrolla no se compensa con la idea de venta de las empresas. Es necesario que los académicos investigadores asesoren directamente a instaladores para la mejora en la limpieza del biogás sin ser descomunal los costos y redituable a las empresas. El enfoque gobierno-academia debe estar en la validación de los procesos de instalación a través de certificaciones que realicen los instaladores para asegurar al usuario un buen funcionamiento de la tecnología adquirida y no se sienta defraudado por el costo que pagó.

El objetivo de este trabajo es un análisis de la producción, control de contaminantes y parámetros fundamentales y la asistencia técnica de 306 biodigestores instalados y en operación durante 2020-2021 y distribuidos en México, Colombia, Venezuela, Ecuador, Chile y Argentina, como países que atendieron un cuestionario validado por expertos en el tema.

1.1 Antecedentes

El biogás, ha mostrado un gran potencial y ha ganado importancia gracias a sus bajas emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y a su accesible obtención mediante procesos bioquímicos de digestión anaerobia llevado a cabo mediante la participación de diferentes

tipos de microorganismos que poseen una relación sintrófica muy estrecha y favorecida por condiciones ambientales como la temperatura y el pH, considerados los parámetros esenciales para el crecimiento de tales microorganismos. La digestión anaeróbica se puede clasificar como: a) psicrófila (los microorganismos crecen a una temperatura mínima límite de 4 °C y máximo 25 °C) b) mesófila (de 15 a 45 °C) y c) termófila (de 25 a 80 °C). De los tres tipos la digestión mesófila y termófila son las más importantes porque en el rango psicrofílico la producción de biogás es muy baja (BRISEÑO, 2017). A su vez, la temperatura también afecta la velocidad de reacción y también influye en los efectos sobre la solubilidad de los metales, la solubilidad de los biogases y, en consecuencia, sobre la capacidad amortiguadora y la composición del biogás.

La solubilidad del biogás de acuerdo con la Ley de Henry es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura, así el metano (CH_4) por ser un biogás más pequeño que el CO_2 y tener menor capacidad polar, es menos soluble en el sistema, mientras que, el CO_2 es muy polar y por tanto tiene una alta solubilidad en agua lo que puede provocar cambios drásticos en el pH trayendo como consecuencia la inhibición del proceso metanogénico. Queda claro que los factores que influyen en el pH son la producción del ácido carbónico y la de los ácidos volátiles (HAWKES et al., 1993).

2 | ACONDICIONAMIENTO DEL BIOGÁS

Consiste en realizar un ajuste requerido de los parámetros de humedad, temperatura y presión, por lo tanto, es un paso fundamental en la producción de este combustible para uso doméstico, industrial y transporte. El acondicionamiento se realiza principalmente para aumentar el poder calorífico del biogás y en sus aplicaciones garantizar la eficiencia y el tiempo de vida útil de los dispositivos (quemadores, motores, conversores, etc.) que vayan a ser alimentados con este combustible biogaseoso y cuya afectación a ellos fundamentalmente es por los procesos químicos que se suscitan por la presencia de componentes en el biogás como el ácido sulfhídrico (H_2S), dióxido de carbono (CO_2), siloxanos, vapor de agua, amoníaco (NH_3), compuestos orgánicos volátiles (COVs), y partículas sólidas.

3 | CALIDAD DEL BIOGÁS

Depende de las concentraciones de CH_4 y H_2S, su combustión no produce emisiones de material particulado y por esta razón se considera un biogás de combustión limpio a pesar de las trazas de H_2S. Se han realizado evaluaciones de la calidad del aire interior de las cocinas y encontraron que los niveles de H_2S permanecían por debajo de los límites detectables (<2 ppm) después de 5 horas de combustión de biogás (Merino, 2017). Los seres humanos pueden oler H_2S cuando está en concentraciones bajas (entre 0.0005 ppm

y 0.3 ppm en una parte del aire, lo equivalente a 0.0005 a 0.3 partes de H_2S en 1.000.000 de partes de aire atmosférico) pero en altas concentraciones, una persona puede perder la capacidad de olerlo; en la atmósfera el H_2S permanece en un tiempo aproximado de 18 horas para transformarse luego en anhídrido sulfuroso y sulfatos (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2014).

4 I SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL BIOGÁS

El valor entregado por una medición de biogás está estrechamente relacionado con la presión acumulada del biogás producido debido a como se mencionó anteriormente, bajo condiciones anaerobias el CO_2 es mucho más soluble en agua que el CH_4, por tanto, un aumento en la presión interna en el digestor da como resultado un aumento de la concentración de CO_2 en el líquido, lo que provoca un cambio en el pH, estimulando la tasa de producción de CH_4 (LIU et al., 2018).

La medición del biogás de forma manométrica consiste en mantener el volumen constante y medir el aumento de presión en el biodigestor, mientras que, la medición volumétrica consiste en mantener la presión constante y medir el volumen de biogás. Los diferentes ensayos de biodegradabilidad anaerobia a escala laboratorio permiten medir la tasa y volumen de biogás producidos a partir de diferentes metodologías como el uso de jeringas lubricadas, dispositivos de desplazamiento de volumen, manómetros.

Los gasómetros ampliamente usados incluso a escala doméstica funcionan bajo el principio de almacenamiento de biogás, pero no proporcionan el caudal directamente. La recolección del biogás generalmente se realiza con el uso de recipientes que contienen un líquido adecuado que se desplaza a medida que se recoge el biogás.

Para el caso de los medidores volumétricos de biogás, el principio de funcionamiento es el desplazamiento de un líquido por diferencia de la presión que existe a la entrada y salida de un contador. Son dispositivos sencillos y económicos que funcionan por largos periodos de tiempo sin requerir un mantenimiento riguroso, eso hace que estén hechos de vidrio o plástico y sean cilíndricos (frascos generalmente). En función de los requerimientos en investigaciones realizadas se han desarrollado dispositivos basados en un desplazamiento de volumen, donde el volumen total de biogás es la sumatoria de llenados o vaciados que se realicen (SMITH; STÖCKLE, 2008). La Figura 1 muestra un sistema sencillo de medición de biogás por desplazamiento de volumen basado en una columna graduada acoplada a un biodigestor metálico de 30 L de capacidad máxima, utilizado para investigación en Querétaro México.

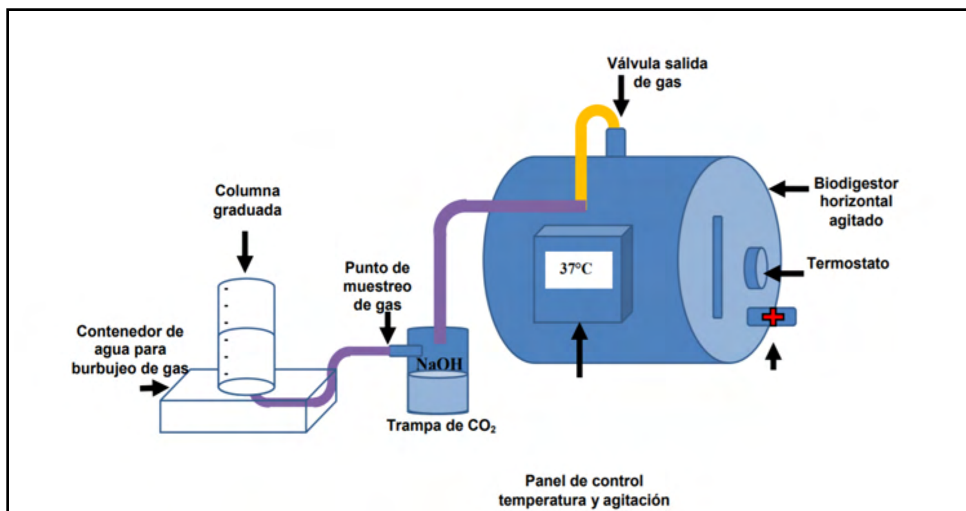


Figura 1 Sistema de medición de biogás por desplazamiento de volumen.

Fuente: Briseño, 2017.

5 I ACONDICIONAMIENTO DEL BIOGÁS DOMÉSTICO

El biogás producido en el contexto doméstico productivo generalmente es usado como sustituto del gas licuado de petróleo (GLP) para la cocción de alimentos (ZĂBAVĂ et al., 2019), para el calentamiento de agua para rastros, establos, queserías, para el calentamiento del aire en invernaderos, para procesos de esterilización y pasteurización, o para producir energía eléctrica para iluminación o para bombeo de agua, estos son ejemplos de algunas experiencias en México (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA y ALIMENTACIÓN EN MÉXICO [SAGARPA] 2008), (FIDEICOMISO DE RIESGO COMPARTIDO [FIRCO], 2008), (SISTEMA. BIO, 2021).

La eficacia calorífica para el uso de biogás en estufas domésticas es aproximadamente del 55 %, tiene por ventaja que se puede encender y apagar inmediatamente, por ello la cocción con biogás es mejor en comparación con otros recursos energéticos utilizados como leña o carbón, la flama se produce y arde sin humo y por tanto evita problemas de salud como los respiratorios y oculares (TILLEY et al., 2018).

En muchas de las producciones que se realizan en los sectores mencionados se considera que la limpieza, purificación o remoción de impurezas en el biogás es innecesario debido al uso que se le da, a los dispositivos quemadores utilizados y mayoritariamente por el alto costo que implica implementar una tecnología diseñada para la remoción de uno u otro componente químico. Sin embargo, un sistema de limpieza permite un aumento en el poder calorífico del biogás ahora rico en CH_4 por lo menos en un 80 %, permite la nula afectación a la salud humana de las personas que realizan las actividades domésticas o

agropecuarias y la nula emisión de contaminantes atmosféricos. La Tabla 1 muestra la condición de remoción de los gases no combustibles de alta proporción en la composición total del biogás, responsables del bajo poder calorífico y de emisiones atmosféricas.

Aplicaciones finales de biogás	**Condición de remoción de componentes presentes en el biogás**		
	CO_2	**H_2S**	**H_2O**
Estufas domésticas	Remoción no requerida	Remoción requerida	Remoción requerida
Estaciones de Gas (caldera)	Remoción no requerida	< 1000 ppm	Remoción no requerida
Combustible para automóviles	Remoción requerida	Remoción requerida	Remoción requerida

Tabla 1 Componentes del biogás y su necesidad de remoción para diferentes aplicaciones finales del biogás

Fuente: (ZĂBAVĂ et al., 2019).

La remoción del CO_2 en el biogás se justifica sólo en aquellas producciones donde el objetivo final es la obtención de metano que se quiera inyectar a la red de distribución de gas natural o ser usado como gas natural vehicular.

Mientras que, el vapor de agua y el H_2S si deben ser removidos para uso en estufas domésticas, esto porque el biogás generalmente está saturado de agua por las reacciones químicas que inician en la etapa de hidrólisis (aún más si se trabaja sobre temperaturas termofílicas) y provocan que a la salida del biodigestor se produzcan procesos de condensación. Esta condensación puede dar origen a la formación de ácidos corrosivos si reacciona con el H_2S, que en el biogás se encuentra en concentraciones variadas; porque depende de la composición de la biomasa a digerir y aún en concentraciones muy bajas el H_2S es un componente altamente corrosivo. Estas concentraciones afectan drásticamente cualquier componente metálico que forme parte de la instalación. Además, es tóxico para todos los seres vivos (CASANOVAS et al., 2019) (TILLEY et al., 2018) (VARNERO et al., 2012).

Los biodigestores domésticos generalmente no cuentan con algún tipo de secado hídrico por ello el agua condensada se puede eliminar a través de trampas que se coloquen en diferentes puntos de la instalación con materiales salinos capaces de retenerla; un ejemplo puede ser la sílica gel pues es inerte, no tóxica e inodora, de bajo costo y se puede regenerar. Al mismo tiempo las tuberías deben instalarse con pendiente ascendente y tener válvulas de goteo para que el agua condensada que se acumula en los puntos más bajos de las mismas se drene sin problemas periódicamente.

Para el H_2S algunos biodigestores incluyen filtros comerciales (a base de hierro) para evitar malos olores y corrosión cuando se dé la combustión, si no se incluye, se puede

preparar fácilmente empleando virutas de madera impregnadas de óxido de hierro hidratado dentro de un recipiente hermético. El objetivo siempre es generar reacciones químicas controladas que conlleven a un sulfuro de hierro que es menos dañino (CASANOVAS et al., 2019).

En México, las empresas AgCert International, Kent&Sorensen, Sistema Biobolsa® han instalado biodigestores en pequeñas, medianas y grandes granjas ubicadas en Puebla, Jalisco y Yucatán para aplicaciones del biogás en lo doméstico o productivo (energía eléctrica, mecánica, elaboración a pequeña escala de lácteos, vinagretas, etc.) (PÉREZ ESPEJO; CERVANTES HERNÁNDEZ, 2018).

El sistema biobolsa consiste en un biodigestor fabricado con geomembrana de PVC alimentado bajo régimen continuo, componentes modulares para adaptación de necesidades de producción, con trampas para agua condensada, filtro para reducir H_2S, kit de estufa y quemador, fácil operación y mantenimiento con capacitación incluida por la empresa, lo que ha hecho que sea atractivo a productores agropecuarios y que la empresa se posicione en el país y otros países con más de cuatro mil sistemas instalados. La Figura 2 muestra un ejemplo representativo de los componentes de un sistema biobolsa y biodigestores instalados en regiones de México (SISTEMABIO, 2021).



Figura 2 **(a)** Componentes de la instalación de producción de biogás. **(b)** Estufa de biogás. **(c)** Modelos de sistemas biobolsa instalados.

Fuente: www.sistemabiobolsa.com, 2021.

Los autores consideran pertinente la mención de las tecnologías comerciales para la remoción de H_2S, CO_2, y H_2O en el biogás, dejando claro que no hay hasta el momento una mejor que otra y la selección depende del caudal de producción de biogás, de análisis tecno-económicos que se realicen, de políticas de crédito y de costos de productos y/o

servicios, son de costo similar y con factibilidad tecno-económica demostrada. Las tecnologías clásicas empleadas a nivel mundial en producciones a diferentes escalas en el sector agrícola e industrial están basadas en tratamientos primarios centrados en procesos físicos simples, también existen tratamientos químicos y biológicos (VIERA et al., 2015) (GRANDE, 2011).

En los procesos biológicos se han empleado un sinfín de bacterias aerobias y anaerobias con muy buenos resultados de remoción de H_2S y CO_2 (de 80 % a 100 %) en tiempos relativamente cortos (de 24 h a 3 meses) (MEIER et al., 2017) (VIERA et al., 2015) (SYED et al., 2006). La mayoría de ellas crecen de forma natural en cuerpos de agua, aguas residuales, suelo, animales, plantas, por lo que no hay porque comprarlas de forma pura, pueden ser tomadas y llevadas a los laboratorios de investigación, adaptarlas, cultivarlas, para luego trasladarlas y utilizarlas en las producciones de biogás que se realicen en el sector doméstico.

Las microalgas también se han empleado como tecnología para la purificación de sistemas de biogás ya que pueden fijar CO_2, crecen de forma rápida en medios naturales como aguas dulces, saladas, salobres o en aguas residuales bajo un amplio rango de temperaturas. Las especies que se seleccionen deben ser capaces de tolerar concentraciones de contaminantes como óxidos de azufre y nitrógeno (SOx, NOx). Ejemplos de especies con resultados favorables para depurar CO_2 en biogás (sobre un 90 %) y usarlo luego en el hogar y vehículos son *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis sp*, *Nannochloropsis oculata* (BRUNET-RAMOS et al., 2021)(MEIER et al., 2017).

La purificación de biogás sigue siendo un proceso limitado y es por los costos que implican las metodologías, por lo que la investigación científica e ingenieril continúa. En pro de los tres pilares de la sostenibilidad (ambiente-economía-sociedad) la investigación e implementación de metodologías independientemente sean en el sector doméstico, transporte o industrial son necesarias.

Bajo este propósito de sostenibilidad, el desarrollo de nuevas tecnologías en el acondicionamiento del biogás debe también centrarse en el desarrollo adecuado de la transferencia del conocimiento sobre todo a las comunidades de difícil acceso para suministrar los servicios básicos, en la generación organizada de empleo entre los participantes comunitarios y de allí partir al estudio de la disminución de los costos operativos, a tecnologías normalizadas a las condiciones de cada región latinoamericana que garanticen una producción de biogás eficaz, segura y sostenible ambientalmente porque está libre de componentes químicos perjudiciales.

6 I ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA DURANTE LA PANDEMIA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta

realizada en 2021 a personas dedicadas a instalar biodigestores a escala doméstica y productiva en zonas rurales de algunos países en América Latina, el objetivo es mostrar las realidades que se enfrentaron en la producción y uso del biogás en el periodo 2020-2021.

- En cuanto a biodigestores instalados a escala doméstica y en operación se registraron 306 distribuidos entre México, Colombia, Ecuador, Chile, Argentina, Venezuela. El número pudo ser mayor, pero los encuestados coinciden que, por la pandemia generada en 2020 algunos biodigestores dejaron de operar; bien por abandono en producciones agrícolas cuyos residuales son la materia prima de los biodigestores o bien por incremento de precios en algunos insumos, materiales, etc., en otros casos por cuestiones de falta de conocimiento en el manejo y operación del biodigestor como la carga periódica de sustratos orgánicos adicionales o por mal diseño del biodigestor principalmente en el volumen.
- Respecto al asesoramiento técnico se presenta el Gráfico 1 donde se aprecia que el 76 % de los biodigestores registrados en la encuesta reciben asesoría técnica por parte de las empresas instaladoras únicamente el primer año de la garantía del sistema, el 8 % de ellos se les otorga asistencia técnica hasta la quema del primer biogás, mientras que el 5 % se le da atención sólo cuando se presentan fallas que el usuario no puede resolver, el 1 % restante mantiene comunicación por redes sociales y finalmente, el 10 % no otorga asesoramiento una vez instalados los biodigestores.

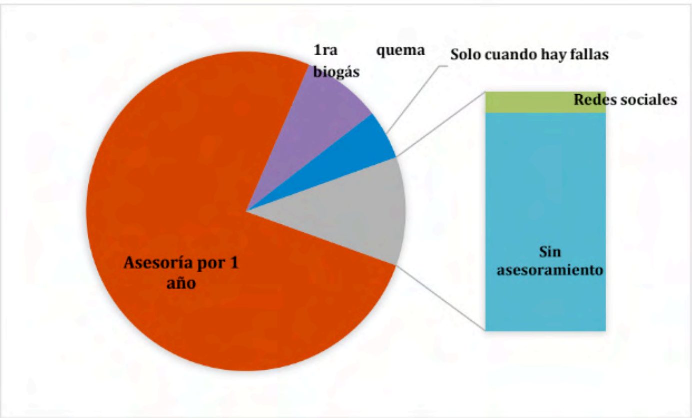


Gráfico 1 Tipos de asesoría después de instalar un biodigestor

De acuerdo con una entrevista realizada a Gutiérrez-Vargas en octubre 2021 quien se dedica al diseño, instalación y monitoreo de biodigestores domésticos productivos en México manifestó que todos los biodigestores hechos de geomembrana presentan problemas técnicos después de los 3 años operando y generalmente, las empresas instaladoras otorgan solo 1 año de garantía y si el material con el que se construyó el biodigestor se deteriora la reparación

puede llegar a costar aproximadamente $750 USD, además la tasa de interés de los créditos para comprar un biodigestor de este tipo es alta, alrededor del 20 %.

- En cuanto al uso final que se le da al biogás producido, el Gráfico 2 muestra que el 45 % de los biodigestores se instalaron para aprovechamiento del biogás para la cocción de alimentos, el 38 % se instalaron para el aprovechamiento del digestato como fertilizante, mientras que, el 10 % de ellos se instalaron para ambos usos: generación de biogás aprovechado en algunos casos (en otros no) para cubrir necesidades energéticas en zonas no interconectadas a la red eléctrica y aprovechamiento del digestato debido a los resultados favorables que obtienen en la mejora de nutrientes en el suelo, finalmente, solo el 7 % de los biodigestores se instalan para quema de biogás.

  Una condición que deben cumplir los biodigestores con producción de biogás para la cocción de alimentos es garantizar el desayuno, la comida y la cena para una familia compuesta por 6-7 personas.

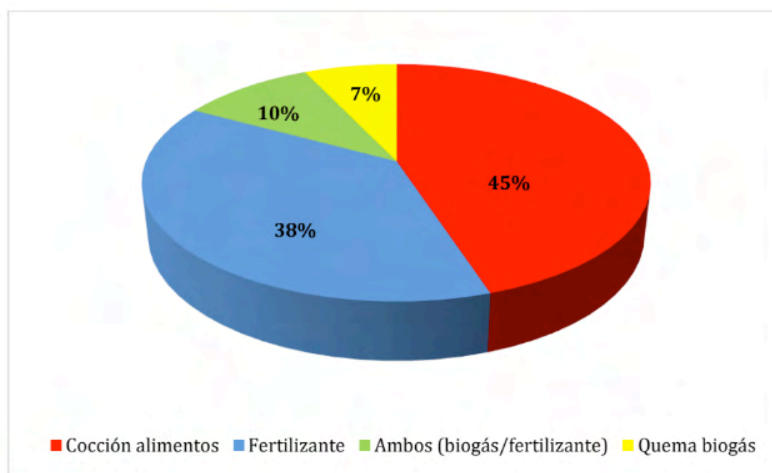


Gráfico 2 Usos que tienen los productos de los biodigestores instalados y en operación

- En el Gráfico 3 se presentan los resultados obtenidos respecto a la medición de parámetros fundamentales en la operación y desempeño de un biodigestor anaerobio. Se tiene que, el 60 % de los encuestados realiza mediciones, siendo el pH el parámetro de mayor medición seguido de la temperatura y la presión respectivamente, en el rango “Otros” se incluyen parámetros como los sólidos volátiles (SV), ácidos grasos volátiles (AGV) y la demanda química de oxígeno (DQO).

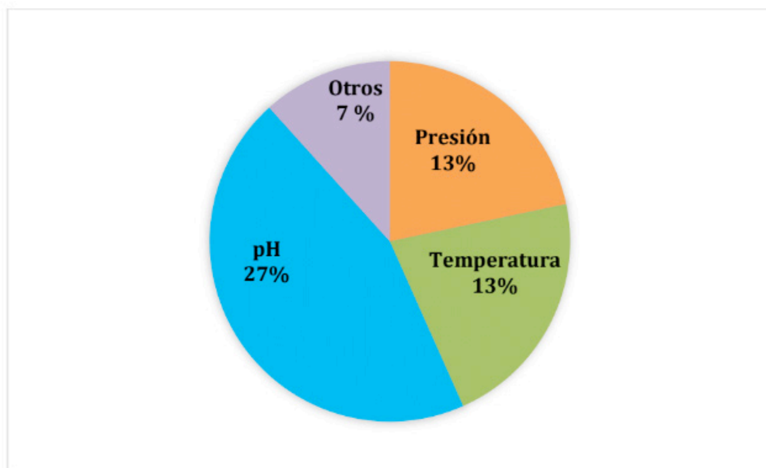


Gráfico 3 Parámetros que se determinan en los biodigestores instalados y en operación

- Respecto a si los biodigestores en operación cuentan con un sistema de limpieza, el 60 % de los participantes en la encuesta manifestaron que no lo realizan, por lo que, el 40 % manifiesta que sí, unos describen que estos sistemas consisten en trampa para agua condensada en la línea de producción de biogás y un filtro artesanal para H_2S, mientras que, otros indican que solo colocan filtros artesanales para H_2S, tal como lo muestra el Gráfico 4. Este filtro artesanal puede estar hecho de esponjas metálicas de brillo para lavado de utensilios caseros o virutas de hierro oxidadas, ambas formas dentro de un tubo PVC. Todas las empresas instaladoras coinciden en que no realizan mediciones de H_2S porque carecen de instrumentos, generalmente, se guían por el olor característico del gas. En la entrevista realizada a Gutiérrez-Vargas en México manifiesto que las mediciones *in situ* que ha realizado reportan valores por debajo de 200 ppm de H_2S y por ello recomienda a las personas que al momento de usar las cocinas se mantengan ventilados los espacios para que no presenten problemas de salud por irritación ocular o mucosa.

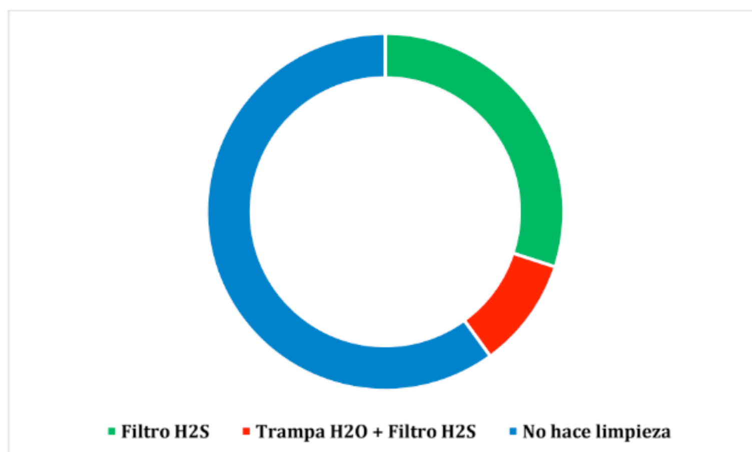


Gráfico 4: Sistemas de limpieza aplicados a biodigestores instalados y en operación

7 | MARCO REGULATORIO EN AMÉRICA LATINA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DOMÉSTICO

Teniendo en cuenta lo expuesto respecto a las impurezas principales en el biogás para uso doméstico (vapor de agua, H_2S) y las necesidades de remoción por las averías que pueden causar a los dispositivos que forman parte de la instalación, por la afectación nociva a la salud de las personas involucradas en las actividades a realizar usando el biogás, al ambiente por efectos adversos de contaminación y por los daños de corrosión a los aparatos, dispositivos o equipos en los que se aplicará el biogás como combustible, tales como estufas, motores de combustión, etc., se puede asegurar que se pueden propiciar situaciones de riesgo o peligro por accidentes en los usuarios directos o no, tales como incendios, quemaduras inclusive la muerte (CASANOVAS et al., 2019).

Para evitar estos inconvenientes es necesario implementar técnicas adecuadas de uso y manejo seguro de biogás a escala doméstica basadas en una normatividad regulatoria oficial avalada por expertos en el área, que permitan el desarrollo exitoso de los proyectos y que se garantice la protección al usuario, instalaciones y al ambiente.

En la última década algunos proyectos importantes que pueden mencionarse son: Vivienda Autoenergética en Bolivia (CAMPERO, 2009), Energías en Transformación en Colombia (RODRÍGUEZ y GARCÍA, 2017), Programa Nacional de Biogás en Nicaragua, Programa Nacional de Biodigestores en Ecuador cuyo objetivo es implementar 3500 biodigestores en pequeñas y medianas granjas acompañado por el control de calidad de biodigestores de bajo costo, control de calidad en la instalación y el control de calidad del funcionamiento, donde proponen dos actividades: una puntual de validación de la instalación mediante una visita, y otra prolongada en el tiempo para evaluar el funcionamiento del biodigestor mediante monitoreo (HERRERO, 2019).

Chile es uno de los países donde sí existe normatividad:

- Decreto Supremo 199 “Reglamento de seguridad de las plantas de biogás” en donde existen 3 categorías de tamaños, y la escala doméstica queda sobre exigida
- Norma Chilena 3375: digestato, requisitos de calidad
- Norma Chilena 3381: Plantas de digestión anaeróbica, consideraciones para el diseño y operación
- Instalador de gas clase 4
- Existen 4 perfiles de competencias laborales de ChileValora que es el Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales: Instalador de Plantas de Biogás hasta 200 KW de potencia nominal, Mantenedor de plantas de biogás, operario de plantas de biogás, supervisor de operaciones de plantas de biogás.

México a partir de 2018 cuenta con el estándar de competencia laboral EC1128: “Prestación de servicios para la conformación documental de proyectos para generación y uso de biogás” avalado por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER). Describe la metodología y actividades que deben realizar las personas que preparan el portafolio documental de un proyecto para la generación y uso de biogás (memoria descriptiva, diseño, manuales de operación entre otros). Desde 2019, el EC1077 “Prestación de servicios para la operación de sistemas de producción y uso de biogás” que es referente para certificación del desempeño de personal responsable de la operación en plantas de producción de biogás. Cuenta con una Ley para promoción y desarrollo de bioenergéticos líquidos (alcoholes, biodiésel) pero no hay regulación para biogás a pequeña escala y uso final doméstico.

Colombia, en 2009 a través de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) publicó un Documento de Propuesta de Regulación Aplicable al Biogás en función de dos grandes proyectos de producción a gran escala, deja claro que dicha Comisión no ha adoptado aún una regulación específica para el combustible bajo ninguna escala de producción.

Como se aprecia en los países mencionados no se tiene un marco regulatorio para biogás a escala doméstica y los proyectos sólo están regidos por recomendaciones técnicas generales de empresas vendedoras de biodigestores como uso de válvulas, mantenimiento de biodigestor y tuberías, distancia para el paso de animales, etc. posiblemente esta situación esté pasando en otros países latinoamericanos. Hace falta mucho por hacer en este rubro, pero se están dando avances para lograr una normativa de producción segura de biogás, mientras puede iniciarse con la concientización en el control de calidad del uso de biogás a escala doméstica como un parámetro esencial para el éxito de esta tecnología.

8 I CONCLUSIONES

Con la tecnología que se cuenta hasta el momento, la producción de biogás para aplicaciones en el sector doméstico se fundamenta en la generación térmica centrada principalmente para cubrir necesidades básicas de cocción de alimentos, para confort térmico de animales y aprovechamiento de bioles. Actualmente producir 1 KW se estima en un costo de $1,000 USD usando los métodos tradicionales de generación de energía eléctrica. Sin embargo, se tienen ciertos apoyos gubernamentales y estratégicas alianzas con el sector industrial, empresarial y académico para realizar prototipos que permitan incrementar la eficiencia térmica y sustentabilidad de esta tecnología.

A pesar de los esfuerzos realizados esta tecnología no logra posicionarse como la energía solar fotovoltaica y térmica, eólica e hidráulica, las cuales son más atractivas a las inversiones públicas y privadas. Tampoco se puede comparar con la producción de biocombustibles líquidos (bioetanol, biodiésel) que pueden ser mezclados con los combustibles fósiles y por ello se les ha dado prioridad en investigación y producción, por lo tanto, son más atractivos que un combustible gaseoso como el biogás.

Se debe incrementar la capacitación y la concientización a los usuarios del biogás doméstico bajo el conocimiento que los biodigestores son una forma de gestionar residuos y no una forma de producción energética de alto valor monetario, esto implica una sinergia entre gobierno- -empresa-usuario y lograr un incremento en los subsidios que se destinen y se apliquen a esta tecnología de una manera eficaz.

Se sugiere la creación de un organismo regulatorio para controlar la venta de la tecnología de los biodigestores en el sector doméstico y evitar con ello deserción de la tecnología adquirida y el abandono por la falta de asesorías posteriores a la instalación tratando de que por lo menos se garantice su funcionamiento y vigilancia después de un año.

De acuerdo con las experiencias vividas de los encuestados en cuanto a los biodigestores instalados y en operación se observa que, a pesar de las estrategias aplicadas, se cuenta con pocos biodigestores instalados en Latinoamérica, los factores pueden ser diversos, destacándose los efectos de la pandemia por el confinamiento, la poca o nula información sobre el manejo de la tecnología y los beneficios que se obtienen al contar con un biodigestor doméstico, así como los costos porque en algunos países se tienen que importar.

Los resultados mostraron que gran parte de los biodigestores registrados se utilizan para la producción de bioles fertilizantes, sin embargo, existen hogares que lo utilizan para cocción de sus alimentos, pero como la producción de biogás no cubre las necesidades esenciales de una vivienda terminan comprado gas LP o regresando a el uso de leña y carbón vegetal.

Con respecto a la eliminación de los contaminantes naturales del biogás hay muchas

limitantes ya que los instaladores que se dedican a esta tecnología no le dan la importancia a las consecuencias que se pueden ocasionar a las personas que hacen uso de este gas sobre todo si el biogás es producido por desechos de animales (vacas, cerdos etc.), y por ello las pocas trampas que se utilizan son muy artesanales, por lo que no garantizan una limpieza adecuada del 80 % que debería tener este gas si se utiliza para cocción de alimentos.

Por ello se recomienda establecer una alianza entre investigadores e instaladores de biodigestores para mejorar esta condición, con apoyo de la investigación se obtendrán materiales no altamente costosos que permitan garantizar la seguridad y limpieza del biogás con mayor calidad, y proteger la salud de las personas que utilizan los biodigestores para la cocción.

En México a partir de la reforma energética se apertura la puesta en marcha de las tecnologías renovables y limpias lo que dio paso a muchas empresas instaladoras de biodigestores que desconocían el proceso de digestión anaerobia para la producción de biogás y bioles, lo que conllevó a no resolver problemas generados una vez realizada la instalación y el abandono de muchos de ellos por parte de los productores agrícolas.

También se generaron proyectos que fueron financiados por el gobierno federal y estatales donde el agricultor aportaba la mitad del costo del biodigestor, sin embargo, se presentaron muchos problemas porque no les permitían seleccionar una empresa que les ofreciera el digestor adecuado a sus necesidades, tampoco se proporcionaba información sobre el mantenimiento y la generación, la consecuencia fue descontento y abandono de la tecnología porque esperaban la producción de energía eléctrica o calor tal como se promocionaba a partir de las empresas instaladoras.

A partir de septiembre de 2021 el gobierno federal en curso está tratando de regular las condiciones de operación, instalación y producción de las tecnologías renovables, se espera exista un mayor y eficiente registro y control de estadísticas en cuanto a los biodigestores en México.

Es de resaltar que durante la reunión de la COP 26 celebrada en octubre 2021, el Secretario General de las Naciones Unidas, Antonio Guterres declaró "…**Acojo con satisfacción el renacimiento de este hecho en el acuerdo de cooperación entre Estados Unidos y China es un paso importante**" después de esta frase realiza una crítica indiscutible en la cual menciona "*las promesas suenan vacías cuando la industria de los combustibles fósiles sigue recibiendo billones en subvenciones*", de acuerdo con el Fondo Monetario Internacional, o cuando los países siguen construyendo centrales de carbón. También hizo un llamado a todos los países, ciudades, empresas e instituciones financieras para que reduzcan de forma "radical creíble y verificable" sus emisiones y descarbonicen sus carteras.

A pesar de todos estos esfuerzos las energías renovables no logran cubrir las necesidades de energía que demanda el mundo. Sin embargo, se debe realizar un esfuerzo

en conjunto para disminuir tanto emisiones como el deterioro del planeta. Se espera que la alianza para poner fin a la exploración y explotación de combustibles fósiles (BOGA) desarrolle acciones concretas en el negocio de las energías renovables que puedan llamar la atención a los gobiernos, principalmente los productores de petróleo.

REFERENCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Hydrogen sulfide CAS # 7783-06-4Atsdr**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ntis.gov>.

BRISEÑO, L. A. A. **Producción de biogás a través de la codigestión de residuos sólidos y semisólidos: hacia una planta centralizada de biogás para la generación de energía**. [s.l.] Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), 2017.

BRUNET-RAMOS, S. DE LA C. et al. Consorcios de microalgas-bacterias para la purificación biológica de biogás Microalgae-bacterial consortia for the biological purification of biogas. **Tecnología Química**, v. 41, n. 2, p. 277–295, 2021.

CAMPERO, O. BIOGAS EN BOLIVIA PROGRAMA "VIVIENDAS AUTOENERGÉTICAS" UNA NUEVA FORMA DE VER EL FUTURO ENERGÉTICO-AMBIENTAL DEL PAÍS, EN ÁREA RURAL. **Revista Desarrollo Local Sostenible**, v. 2, n. 4, p. 1–8, 2009.

CASANOVAS, G. et al. **Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores**. Primer ed. Buenos Aires, Argentina: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019.

GRANDE, C. A. Biogas Upgrading by Pressure Swing Adsorption. In: BERNARDES, M. A. DOS S. (Ed.). . **Intech**. [s.l.] August 1st, 2011, 2011. p. 66–84.

HAWKES, F. R. et al. A new instrument for on-line measurement of bicarbonate alkalinity. **Water Research**, v. 27, n. 1, p. 167–170, 1993.

HERRERO, J. M. **Hacia un sector de biodigestores sostenible en Ecuador : Insumos para un componente de biodigestores de PNABE**. Equador: [s.n.]. Disponível em: <https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/EN_R4.1-20191210_Programa nacional de biodigestores en Ecuador-CTCN.pdf>.

LIU, X. et al. Establishment of analysis method for methane detection by gas chromatography. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 113, n. 1, p. 3–8, 2018.

MEIER, L. et al. Photosynthetic biogas upgrading using microalgae: Effect of light/dark photoperiod. **Renewable Energy**, v. 106, p. 17–23, 2017.

ORTIZ, V. et al. **Cartera de Necesidades Y Desarrollo Innovación y Desarrollo Tecnológico del Biogás**. Mexico: [s.n.]. Disponível em: <https://www.gob.mx/cms.>.

PÉREZ ESPEJO, R. H.; CERVANTES HERNÁNDEZ, G. I. Mitigation Strategies . the Biodigester Program in Yucatan , Mexico. **Península**, v. XIII, n. 2, p. 235–262, 2018.

RODRÍGUEZ, D. A.; GARCÍA, A. F. **Diseño y construcción de un biodigestor para la producción de biogás a partir de heces caninas**. [s.l.] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, P. Y A. Y F. DE R. C. **Uso de biogás en el sector agropecuario de méxico y opciones de financiamiento**. México: [s.n.]. Disponível em: <https://www.globalmethane.org/documents/events_ag_20080423_rodrigo_diez_de_sollano.pdf

SISTEMA. BIO. **SISTEMA. Bio.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://sistema.bio/mx/recursos-descargas>.

SMITH, S. A.; STÖCKLE, C. O. A biogas meter with adjustable resolution and minimal back-pressure. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 17, p. 8537–8539, 2008.

SYED, M. et al. Removal of hydrogen sulfide from gas streams using biological processes - A review. **Canadian Biosystems Engineering / Le Genie des biosystems au Canada**, v. 48, n. Roth 1993, 2006.

TILLEY, E. et al. **Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Segunda Edición Revisada**. 2a. ed. Suiza: Banco Interamericano de Desarrollo, 2018.

VARNERO, M. T. et al. Tecnologías disponibles para la purificación de biogás usado en la generación eléctrica. **Información Tecnologica**, 2012.

VIERA, L. O. et al. Principales métodos para la desulfuración del biogás. **INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL**, v. XXXVI, n. April, p. 45–56, 2015.

ZĂBAVĂ, B.-ȘTEFANIA et al. Methods of Biogas Purification-A Review. **Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering**, v. 12, n. 1, p. 65–68, 2019.

CAPÍTULO 6

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE JITOMATE: CASO DE ESTUDIO AMAZCALA

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 25/03/2022

María Concepción Vega Meza
Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro - México

RESUMEN: A través de este proyecto se logró contribuir al planteamiento, desarrollo y aplicación deprocesos que permiten controlar los gastos que hay dentro de el sistema de producción alimentaria. En este trabajo se presenta a detalle los parámetros necesarios para calcular los costos de producción de jitomate en el Campus Amazcala. Llevar un registro de control de todos éstos permitióestablecer condiciones para resarcir los efectos negativos que una mala inversión puede provocar,ya que una vez siendo consientes de las variables que influyen directamente en los costos, se va-loraron áreas de oportunidad para lograr optimizar los procesos con el menor costo posible, y deesta manera invertir en aspectos más importantes como la calidad del producto, y sobre todo ha-cer más accesible la adquisición de alimentos para la población en desventaja. Para lograr nuestro objetivo recurrimos a la entrevista de varios medios y al estudio de distintas fuentes logrando re-copilar información sobre diferentes técnicas de producción agrícola, material necesario y costos, facilitando la aplicación de cada una de estas metodologías que permitirán llevar un mejor controlde gastos para tomar mejores decisiones.

PALABRAS CLAVE: Costos de Producción Agrícola, Metodología Basada en casos, Técnicacon enfoque de desglose.

ESTIMATION OF COSTS FOR THE TOMATOES FARMING PRODUCTION: AMAZCALA CASE STUDY

ABSTRACT: Through this project, it was possible to contribute to the planning, development and application of processes that allow controlling the expenses within the food production system. This paper presents in detail the necessary parameters to calculate the costs of tomato production in the Amazcala Campus. The control record of all these has allowed to establish conditions to compensate the negative effects that a bad investment can cause, since the awareness of variables that directly influence costs, areas of opportunity were assessed to achieve optimization of processes with the lowest possible cost, and the investment for more important aspects such as product quality, and above all to make the acquisition of food more accessible for the disadvantaged population. We drew upon interviews with several media outlets and studied from different sources in order to achieve our objective, managing to collect information on different agricultural production techniques, necessary material and costs, facilitating the application of each of these methodologies that will allow better control of expenses for better decision-making.

KEYWORDS: Agricultural Production Costs, Case Study Methodology, Technique with a breakdown approach.

1 | INTRODUCCIÓN

Los problemas, a los que México se ha enfrentado año con año, varían de acuerdo a la época, por ejemplo, en la actualidad, uno de los más importantes, es "La seguridad alimentaria" que está completamente relacionada con otros problemas relevantes del siglo XXI, como son la sobre población, explotación de los recursos naturales, retraso económico de sociedades marginales y la pérdida de sensibilidad ante situaciones críticas de la sociedad. Desde 1798 Malthus comenzó a percatarse del gran problema alimentario que afectaría mundialmente dos siglos después, y que en México ya es evidente, pues se estima que para el 2030 haya una población de, aproximadamente, 50 millones de personas más de los que ahora hay (Castro, 2000).

En el año de 1996 se llevó acabo la Cumbre Mundial Sobre Alimentación en Roma don de varios expertos demostraron, después de haberse tomado ciertas medidas, que la cantidad de alimentos existentes eran suficiente para satisfacer a los habitantes del planeta (Castro, 2000). Sin embargo pareciera no ser el caso de muchos países, pues en lugares como México y África prevalece significativamente la hambruna y la desnutrición. De esta manera se llegó a la conclusión de que había un desequilibrio en la distribución de los alimentos, lo cual justifica casos como el de México, cuyo país también ocupa uno de los primeros lugares en obesidad, a pesar de contar con casos de desnutrición.

Algunas de las causas principales según el artículo de Castro (Castro, 2000) son:

a) La distribución ineficiente de los alimentos ya que en el transcurso de la ruta se pierdan toneladas de alimentos que podrían aprovechar miles de personas.

b) La ineficiencia en el cálculo de costos, ya que el desconocimiento de lo que cuesta cada una de las etapas de producción impide que los productores puedan tomar decisiones para optimizar los procesos (producción y distribución), donde los productores de niveles económicos bajos tienen mayor desventaja, ya que no cuentan con la tecnología, ni el conocimiento necesario que les ayude a generar procesos óptimos, y que también se puede ver reflflejado en el nivel de Seguridad Alimentaria con el que cuentan. Sobre esta última causa se profundizará en el presente proyecto.

2 | MATERIALES Y CONTEO

El 24 de Octubre del 2019 se realiza la primera entrevista al personal del Campus Amazcala donde se da a conocer algunos de los elementos, o gastos que se requieren en la primera etapa de producción. El desarrollo de la entrevista permitió identificar los detalles del proceso de producción agrícola que se lleva acabo en el Campus Amazcala. Debido a la diversidad de características y condiciones del proceso (Tabla 1.1) recurrimos al método de inducción (método de razonamiento que nos permite generar conocimiento o conclusiones de lo particular a lo general), por lo que en la investigación de precios y calculo de costos,

se limitará a un producto, una técnica y un espacio en especifico de producción, con la intención de posteriormente generalizarlo a cualquier producto y técnica, de manera que pueda ser una herramienta que sea usada por la mayoría de la población en este sector.

Dato Solicitado	Información recabada
Tipo de cultivo	Jitomate Saldet
Suministro de agua	Pozos propios
Infraestructura	Invernadero Español Gótico (Mediana - Alta tecnología), de Policarbo nato razón por la que no se contabilizará el cambio de plásticos en el método.
Inversión inicial	No se tiene la accesibilidad a esta información por lo que elegimos buscarla directamente con proveedores.
Vida útil	No se tienen datos exactos, por lo que se requiere a entrevistas de diferentes productores en el área para determinar un estimado de la vida útil de los diferentes equipos y materiales.
Técnica de siembra	Hidroponia: Esto permite que no se tenga usar tractor ni nada de equipos para trabajar la tierra directamente, ya que únicamente se van a requerir bolsas y sustrato para mantener ahí la planta depués del trasplante.
Equipo	Ventiladores, Calefactores, Bomba de agua, electroválvula, bomba desaspersión y manómetro.
Agua	Se calcula con la cantidad de agua que se distribuye en un periodo, ya que por usar pozos propios, no se generan recibos como tal.
Etapas de producción	Desinfección, germinación, trasplante-1er racimo, 1er racimo- 4rto racimo, 4rto racimo-muerte de la planta.
Duración de los periodos	Primavera-verano = 184 días, Otoño-invierno = 181 días. La etapa de desinfección no se cuenta dentro de estos días, ya que mientras un invernadero está produciendo el otro se comienza a desinfectar.
Personas necesarias	Desinfección = 1 (6.5 días), Germinación y trasplante = 1 (25 días), Trasplante - 1er racimo = 2 (74 días), 1er racimo - 4rto racimo = 2 (45 días), 4rto racimo - muerte = 2 (40 días).
Honorarios	Se toma el sueldo base en México.
Abono	Se nos ofrecerá lista de nutrientes y agroquímicas, ya que son dosis que van cambiando de acuerdo al proceso de la planta.
Cantidad de Abono	Se ve la posibilidad de calcular el consumo de estos nutrientes por planta, gracias a un software desarrollado que permite calcular este tipo de dosis.

Tabla 1.1: Generalidades del proceso agrícola del Campus Amazcala

La Tabla 1.1 muestra las condiciones necesarias que se deben considerar para listar el conjunto de insumos o gastos que se generan en el proceso de producción agrícola. Una vez que se tuvo la lista de los materiales que son más usados, para el caso Amazcala, pasamos a indagar un poco más sobre la capacidad de cada uno, cuánto consumen de energía, y qué cantidad se requería para la producción en el invernadero Gótico-Español. El terreno con el que se cuenta en el invernadero Gótico-Español es de 500 metros cuadrados. Se hacen uso de dos ventiladores, uno que es homogeneizador y otro extractor,

en cuanto a los calentadores o calefactores, también se requieren dos para este tamaño de invernadero. Lo mismo pasa con las bombas, se utilizan dos bombas para extraer agua de los pozos y distribuirla en los goteros. En la Tabla 1.2 podemos observar la cantidad de energía eléctrica que consumen estos equipos.

Producto	Tiempo de encendido al día (hrs)	Consumo de energía por hora (Watt)	Consumo de energía (KW por día)
Ventilador	4	1320	5.28
Calefactor	1.34	444	0.59
Bomba de agua	1.8	8	17.12

Tabla 1.2: Consumo de energía Eléctrica

Como se había señalado en la primera entrevista, la técnica de producción en el invernadero es la hidroponia, por lo que se se utiliza “Peat Moss” como sustrato para la germinación de la planta y “Tenzontle” a partir de la trasplantación y el tiempo de vida de la planta. La cantidad de sustrato que se utiliza por planta o charola se representa en la Tabla 1.3.

Producto	Litros por planta	Número de plantas	Total
Tenzontle	4	850	3400
Peat Moss	.005	850	4.25

Tabla 1.3: Cantidad de sustrato usado por planta

El agua es fundamental para el desarrollo de la planta, dado que es uno de los materiales de uso constante es necesario tener una medida exacta de cuánto requiere una planta y por cuánto tiempo de este elemento vital (Tabla 1.4).

Producto	Litros diarios por planta	Número de plantas	Costo por litro
Agua	1.8	850	0.0005

Tabla 1.4: Uso y Costo del agua

Otra de las características que se considera es que la capacidad del invernadero nos permite sembrar 850 plantas, sin embargo, en la etapa de la germinación se considera un 15 % más por la cantidad de semillas que logran germinar o que se pierden a la hora del trasplante. Se ocupan 5 charolas de poliestireno con capacidad para 200 semillas cada charola (Tabla 1.5). Así mismo se debe tomar en consideración la cantidad de diesel que consumen ciertos equipos cuando son usados (Tabla 1.6). Considerando estos puntos se

puede observar la cantidad de material usado de rafia (Tabla 1.7) y de semillas (Tabla 1.8).

Producto	Capacidad	Cantidad
Agua	200	6.5
Charola de Poli-estireno	200	5

Tabla 1.5: Capacidad de en litros por tambo de agua y capacidad de plantas por Charola

Producto	Galones de diesel diario
Calefactor	2.143
Mochila de aspersión	20

Tabla 1.6: Consumo de Diesel

Producto	Metros por planta
Rafia	2.5

Tabla 1.7: Cantidad de rafia usada por planta

Producto	Cantidad
Semillas	977.5

Tabla 1.8: Cantidad de plantas requeridas

A través del análisis de casos estandarizados se logrará clasificar grupos que poseen su fortaleza para poder interpretarse y adaptarse en casos posteriores. Una de las cosas que hay que recalcar es el hecho de no solo adaptar el modelo ya establecido, si no que también, mejorarlo, para poder ofrecer un cálculo más exacto. La técnica de cultivo que se utiliza en el invernadero Español del Campus Amazcala no requiere de preparación de terreno, pero sí la desinfección del invernadero, por lo que las etapas quedan de la siguiente manera:

1. Desinfección
2. Siembra
3. Fertilización
4. Labores culturales
5. Riego
6. Control de plagas, maleza y enfermedades
7. Cosecha, selección y almacenaje
8. Diversos

Considerando el hecho de que los gastos varían de acuerdo a la época del año, se hará un cálculo para cada uno de los periodos: Primavera-Verano y Otoño-Invierno, lo cual implica que el coeficiente para aplicar la depreciación de los equipos o material será lineal: se dividirá el total del precio entre dos veces la vida útil del mismo (es dos veces la vida útil ya que una parte se tomará en cuenta en el primer periodo y la otra en el segundo). Lo mismo ocurre con el material cuyo tiempo de vida es mayor a los 6 meses, no se registra el desembolso completo en el semestre que se hizo el gasto, sino que se aplica la misma lógica de la depreciación (dividir el costo del producto entre la vida útil de éste) pero solo contemplar el monto equivalente al periodo en que se usó. Prácticamente se hará una adaptación más sencilla a la que se puede observar en la Revista Mexicana de Agronegocios (2013).

En respuesta a las diferentes solicitudes que se hicieron para cotizar la inversión inicial se recibió de parte de los proveedores de “Grupo Oslo” el Precio del Invernadero Español Gótico (Mediana-Alta tecnología) para terreno de 500 metros cuadrados: $632, 000.00 y costo de los equipos considerando ventiladores, calefactores, bomba, electroválvula y manómetro: $370, 000.00, pero solo se contemplará lo correspondiente a la depreciación y al primer periodo tal como aparece en la Tabla 1.9.

	Depreciación	Precio general	Monto
Invernadero	0.05	$ 632,000.00	$33,011.55
Equipos*	0.06	$340,000.00	$ 21,982.27
Predial	0.50	$250.00	$ 125.00

*Equipos: ventiladores, bomba de agua, electroválvula y manómetro.

Tabla 1.9: Requerimientos diversos (Con depreciación en el Periodo de Primavera - Verano).

En la Tabla 1.10 se observa como en el periodo de Otoño - Invierno es necesario considerar un rubro más para especificar que en este periodo se cargará la depreciación de la inversión inicial de los calefactores, ya que estos se usan únicamente en este periodo.

	Depreciación	Precio general	Monto
Invernadero	0.05	$ 632,000.00	$33,011.55
Equipos*	0.06	$340,000.00	$ 21,982.27
Calefactores	0.13	$30,000.00	3,879.22
Predial	0.50	$250.00	$ 125.00

*Equipos: ventiladores, bomba de agua, electroválvula y manómetro.

Tabla 1.10: Requerimientos diversos (Con depreciación en el Periodo de Otoño - Invierno).

Dentro de los materiales o servicios que se consideran dentro de los Requerimientos Diersos sin depreciación son los salarios de las personas que estarán laborando durante

todo el periodo primavera-verano que contiene 184 días, tomando en cuenta que para las etapas de desinfección y siembra solo se ocupa una persona y para el resto dos, sin olvidar que los horarios de desinfección son días extras dentro de los 184 ya considerados, pues recordemos que la desinfección del invernadero se hace un periodo antes de que comience el nuevo periodo (Tabla 1.11).

	Personas	Salario Mínimo	Días	Costo
Salario (Desinfección)	1	$125.00	6.5	$812.50
Salario (Siembra)	1	$125.00	25	$3,125.00
Salario (Resto del periodo)	2	$125.00	159	$39,750.00

Tabla 1.11: Requerimientos Diversos (Salario mínimo 2020 en el Periodo de Primavera - Verano).

De la misma manera se requiere ser conscientes de la ligera diferencia que existe en los salarios para el periodo de Otoño - Invierno ya que hay que recordar que éste contiene 181 días, sin embargo también hay que considerar de la actividad de desinfección tal como se muestra en la Tabla 1.12).

	Personas	Salario Mínimo	Días	Costo
Salario (Desinfección)	1	$125.00	6.5	$812.50
Salario (Siembra)	1	$125.00	25	$3,125.00
Salario (Resto del periodo)	2	$125.00	156	$39,000.00

Tabla 1.12: Requerimientos Diversos (Salario mínimo 2020 en el Periodo de Otoño -Invierno).

Otra de las cosas que estarán dentro de los diversos requerimientos son los gastos energéticos de la maquinaria que se usa, como son los ventiladores cuyo consumo se obtiene considerando el dato obtenido de la Tabla .2, multiplicado por los días totales del periodo, sin embargo, hay que considerar que el periodo que estamos calculando en la Tabla 1.13 solo tiene que ver con el periodo de Primavera-Verano, por lo que en la Tabla 1.14 se observará un rubro extra que corresponde a el consumo de gasolina de los calefactores.

	Consumo (kilowatts-hora)	Precio por kilowatts-hora	Cantidad de equipos	Monto
Extractor	971,52	$0.79	1	$770.42
Homogeneizadores	971,52	$0.79	2	$ 1,540.83

Tabla 1.13: Requerimientos Diversos (Consumo energético en el Periodo de Primavera - Verano).

	Consumo (kilowatts-hora)	Precio por kilowatts-hora	Cantidad de equipos	Monto
Extractor	971,52	$0.79	1	$770.42
Homogeneizadores	971,52	$0.79	2	$ 1,540.83
Calefactor 1	971,52	$0.79	1	$770.42
	Consumo (Lts.)	**Precio por Litro**	**Cantidad de equipos**	**Monto**
Calefactor 2	368	$21.00	1	$ 7,728.00

Tabla 1.14: Requerimientos Diversos (Consumo energético en el Periodo de Otoño - Invierno).

En cuanto al mantenimiento del equipo, pudimos observar que ésta es un área de oportunidad (Rizo, 2019) del sistema de producción agrícola en el Campus Amazcala, ya que no se llevaun registro, ni mucho menos un control de las visitas necesarias para mantener en condiciones el material o maquinaria. Según la entrevista citada en el capítulo anterior el mantenimiento solo una vez que el problema se hace presente. Por otro lado pasamos a considerar la etapa de Desinfección, dentro de esta etapa se considera el equipo de protección personal, insumos para la maquinaria útil y el material correspondiente para esta etapa, en la Tabla 1.15 podemos observar los cálculos de forma general.

	Cantidad	Precio	Monto
Gasolina	31.43	$21.00	$660.00
Cofias	7.00	$1.00	$7.00
Biocida superficies	1.60	$3,500.00	$5,600.00
Biocida material	1.80	$3,500.00	$6,300.00
Agua	1,300.00 litros	$0.0005	$0.65

Tabla 1.15: Desinfección (Insumos correspondientes).

A través de la Tabla 1.16 se pueden observar los gastos correspondientes a los productos que requieren depreciación en la etapa de siembra. Es necesario tener presente que para calcular la depreciación de los materiales se recurrió a varias encuestas de agricultores conocedores sobre el tema, para poder tener una idea más certera sobre cuánto dura cada producto, la estimación de este parámetro se calcula obteniendo el promedio de todas las respuestas.

	Depreciación	Precio general	Cantidad	Monto
Charola de poli-etileno	0.16	$40.00	5	$31.28
Tezontle	0.25	$6.00	3.400	$5,155.43
Carretilla	0.05	$700.00	0.25	$9.15
Bolsas	0.50	$ 1.17	$850.00	$ 497.25

Tabla 1.16: Siembra (Materiales con depreciación).

Por otro lado tenemos la tabla que nos muestra los costos de los materiales de la etapa de siembra que no requiere depreciación, ya que funcionan como gastos variables por periodo (Tabla 1.17).

	Cantidad	Precio	Monto
Semilla	100	$15.00	$15.00
Peat moss	2.50	$64.00	$160.00
Cofias	25,00	$1.00	$25,00

Tabla 1.17: Siembra (Materiales sin depreciación)

Tomando en cuenta las características mencionadas en los puntos anteriores se calculan los datos para la etapa de fertilización con depreciación (Tabla 1.18) y gastos ariables (Tabla 1.19). Para cotizar cada uno de ellos se consultaron diferentes proveedores on sitios oficiales en internet y diferentes establecimientos físicos en la zona local del centro Querétaro. Uno de los puntos que también se deben considerar en esta etapa son los gastos de polinización; por ahora se realiza de manera natural por lo que no se genera un gasto extra, sin embargo en un futuro se planea contar con alguna técnica como nebulizadores o abejorros.

	Depreciación	Precio	Cantidad	Monto
Traje de protección	0.52	$300.00	0.33	$52.17
Guantes	0.56	$300.00	0.33	$56.06
Botas	0.34	$190.00	0.33	$21.32
Lentes	0.23	$136.00	0.33	$10.23
Máscara antigás	0.18	$100.00	0.33	$5.98
Cubetas	0.20	$100.00	0.50	$10.03
Cofias	-	$1.00	50.00	$50.00

Tabla 1.18: Fertilización (Materiales con depreciación)

En cuanto a los materiales que son variables para cada etapa solo consideraremos los nutrientes que se requieren para fertilizar y también se debería contar con los gastos de

polinización, sin embargo, ésta es otra área de oportunidad para el sistema de producción agrícola.

	Monto
Nutrientes	$41,257.68

Tabla 1.19: Fertilización (Materiales sin depreciación).

Dentro de esta etapa se considerarán el equipo de protección personal, algunos materiales de tutoreo y herramientas auxiliares, tal como aparece en la Tabla 1.20.

	Depreciación	Precio	Cantidad	Monto
Tapetes	0.05	$4,300.00	1.00	$231.20
Ganchos	0.08	$4.00	850.00	$269.27
Guantes	0.56	$300.00	0.33	$56.06
Escoba	0.64	$30.00	0.33	$6.41
Carretilla	0.05	$700.00	0.25	$9.15
Contenedores	0.13	$200.00	0.33	$8.40
Aros	-	$0.10	850.00	$85.00
Trampas	-	$73.33	3.67	$268.86
Rafia	-	$0.07	2125.00	$155.32

Tabla 1.20: Labores culturales (Materiales con o sin depreciación).

En este apartado solo se considera el material del sistema de riego y la cantidad de agua que se consume durante todo el periodo, por lo que el total de gastos considerados son tal como se muestra en la Tabla 1.21.

	Depreciación	Precio	Cantidad	Monto
Sistema de riego	0.03	$70,000.00	1	$2,412.25
Agua	-	$0.0005	281520.00	$140.76

Tabla 1.21: Riego (Materiales con o sin depreciación).

A continuación se puede observar de manera desglosada el material considerado para el apartado de control de plagas y maleza (Tabla 1.22). Dentro de este apartado no podremos calcular el gasto correspondiente a los insumos de control biológico y químico de plagas, ya que en el campus Amazacala no se encuentra un registro ni un apartado específico para esta actividad, ya que la demanda de el control biológico y químico es muy variable, por lo que se considera como otra área de oportunidad. Sin considerar que el control de maleza se hace de manera manual.

	Depreciación	Precio	Cantidad	Monto
Traje de protección	0.52	$300.00	0.33	$50.00
Guantes	0.56	$300.00	0.33	$50.00
Botas	0.34	$190.00	0.33	$63.33
Lentes	0.23	$136.00	0.33	$22.67
Máscara antigás	0.18	$100.00	0.33	$16.67
Contenedores	0.13	$200.00	0.33	$8.40

Tabla 1.22: Control de plagas y maleza (Materiales con o sin depreciación)

	Depreciación	Precio	Cantidad	Monto
Tijeras	0.11	$150.00	1.00	$16.27
Guantes	0.56	$300.00	0.33	$56.06
Escoba	0.64	$30.00	0.33	$6.41
Tarimas	0.08	$136.00	5.00	$54.27
Carretilla	0.05	$700.00	0.25	$50.00
Cajas	0.19	$320.00	10.00	$596.27

Tabla 1.23: Cosecha, selección y almacenaje (Material con o sin depreciación).

A continuación se puede observar el total de gastos considerados para ambos periodos (Tabla 1.24), de tal manera que podemos observar una pequeña diferencia entre uno y otro, relacionado con los gastos de consumo energético, lo cual tiene sentido por el uso de calefactores que se requiere en ese periodo.

Categoría	Primavera-Verano	Otoño-invierno
Requerimientos diversos (Con depreciación)	$ 55,118.82	$58,998.04
Requerimientos diversos (Salarios)	$43,687.50	$42,937.5
Requerimientos diversos (Consumo energético)	$2,311.25	$10,809.66
Desinfección (Material con depreciación)	$917.03	$917.03
Desinfección (Insumos correspondientes)	$12,567.65	$12,567.65
Siembra (Materiales con depreciación)	$5,693.12	$5,693.12
Siembra (Materiales sin depreciación)	$200.00	$200.00
Fertilización (Materiales con depreciación)	$205.79	$205.79
Fertilización (Materiales sin depreciación)	$41,257.68	$41,257.68
Labores culturales (Materiales con o sin depreciación)	$1,089.67	$1,089.67
Riego (Materiales con o sin depreciación)	$2,553.01	$2,553.01
Control de plagas y maleza (Materiales con o sin depreciación)	$211.07	$211.07
Cosecha, selección y almacenaje (Material con o sin depreciación)	$779.28	$779.28
Total	$ 166,591.87	$ 178,219.00

Tabla 1.24: Total de gastos por periodo

3 I CONCLUSIONES

Como último dato importante para finalizar la investigación, compararemos los resultados obtenidos de la técnica con enfoque de desglose con la cosecha obtenida en el periodo de otoño-invierno del año 2020. En la siguiente tabla se observa la cantidad de jitomate cosechada en dicho periodo (Tabla 1.25):

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	**Total**
Kg	940.69	1,194.94	362.25	54.00	**2,551.87**

Tabla 1.25: Cosecha de Jitomate en Kilogramos del periodo de otoño-invierno 2019 en el Campus Amazcala.

Considerando que el precio del jitomate en esos meses según el SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados) se comportó de la siguiente manera (Tabla 1.26):

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril
(MXN)	$20.81	$22.97	$20.96	$16.48

Tabla 1.26: Precio del kilo de jitomate durante los meses de enero a abril del 2020

Una de las cosas que hay que considerar para contemplar estos precios, es que se consideró el promedio de los precios más frecuentes registrados en todos los mercados del país para evitar resarcir la variación que puede llegar a haber en caso de que se exporte a otros lugares (SNIIM, 2020). Ahora se observa que sumando el de ingreso monetario durante estos cuatro meses de acuerdo a los datos anteriormente mencionados se obtiene un ingreso total de (Tabla 1.27):

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	**Total**
(MXN)	$19,575.65	$27,447.70	$7,592.76	$889.92	$55,506.04

Tabla 1.27: Ingreso monetario equivalente a lo cosechado en cada mes de enero a abril.

Finalmente comparando el total de gastos que se obtuvo en la Tabla 6.8 en el periodo de Otoño - Invierno con el total de ingresos que acabamos de observar en la Tabla 7.3 se puede concluir que el total de ingresos cubre únicamente el 31.21 % del total de gastos que conlleva producir jitomate. De esta manera se puede notar que la tasa de rentabilidad

es nula y que la situación en la que se encuentra el sistema de costos agrícolas actual es drástica, pues fácilmente encontraremos procesos que como estos no llevan un control de gastos ni tienen una idea concreta de la tasa de rentabilidad que su negocio mantiene.

Sin embargo la producción de alimentos desde el sector agrícola sigue siendo esencial y es imposible considerar que si este negocio o actividad no es rentable, debería dejarse de hacer. La producción agrícola cubre una de las necesidades esenciales de la vida humana, por lo que es necesario identificar nuevos mecanismos que ayuden a resarcir el impacto negativo que ocasiona el alto gasto en comparación a los ingresos obtenidos. Algunos de los mecanismos que ya se usan a nivel nacional y que incluso puede observarse en el Campus Amazcala, es el subsidio que ofrece el gobierno, hay algunas ocasiones donde, esos gastos de inversión inicial, que de alguna manera son los más grandes, no impactan directamente a la producción, pues estos corren por parte de proyectos públicos. Otro mecanismo promovido por el gobierno son los proyectos que ofrecen apoyos económicos para los agricultores. Lamentablemente, en algunos casos dichos mecanismos no suficientes o no logran dar el verdadero impacto que deberían ya que muchos agricultores no pueden acceder a estos por falta de conocimiento o difusión.

Otra de las cosas que se pudieron concluir del proyecto a través de ambas metodologías aplicadas es numerar las áreas de oportunidad a las que puede incurrir el usuario. Algunos que se pudieron identificar en este caso son:

- Se recomienda llevar un registro o listado de todo el material, actividades y gastos que permita adquirir con facilidad los datos necesarios para la aplicación de alguna metodología de cálculo de costos.
- Se recomienda contar con las facturas o costos reales relacionados con la inversión inicial de la maquinaria he infraestructura, para poder calcular con el menor sesgo posible.
- Se recomienda llevar un registro adecuado sobre el tiempo de vida de las herramientas y el mantenimiento de las maquinarias he infraestructura.
- Se recomienda identificar los materiales de uso general que son necesarios en las actividades diarias aunque éstas se usen en otras menos importantes que no tienen que ver con las de la producción del producto.
- Se recomienda tener presente los gastos implícitos en materiales o equipo que se adquirió a través de apoyos de gobierno o sin una inversión monetaria directa, ya que a pesar de que no representa un gasto en ese momento, es necesario considerarlo para una vez que termine el tiempo de vida de los objetos.
- Se recomienda diferir el costo de inversión de material, insumo o equipo para un solo producto, en todas las actividades diferentes en que se usa, ya que el tiempo de vida de el material, insumo o equipo disminuye considerablemente, ya que se ocupa con más frecuencia, o como fue en el caso de esta investigación, considerar el tiempo de vida real de las cosas, considerando que solo se

usaran para un solo producto.

- Se recomienda tener presente a la hora de consultar cotizaciones las diferentes marcas y sitios donde se pueden adquirir los insumos necesarios ya que éstos influyen directamente en los costos de los productos de una forma considerable.
- Finalmente se recomienda tener presente los precios reales del producto cuando éste se vendió, para que al calcular los margenes de gancia el sesgo pueda ser el mínimo posible.

REFERENCIAS

Castro, M. C. La seguridad alimentaria de méxico en el año 2030. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 7(1). (2000).

para la Seguridad Alimentaria, P. E. (2011). Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos. México, PESA-Centroamérica Terera edición.

FIRA. Fideicomisos instituidos en relación con la agricultura. (2019).

de Agronegocios, R. M. Rentabilidad de la producción de jitomate silvestre orgÁnico (solanum lycpersicum l.) en cubiertas plÁsticas de bajo costo. www.sintesis.com. (2013).

Rizo, E. Beneficios de un plan de mantenimiento y checklist para invernaderos. (2019).

SNIIM. Sistema nacional de información e integración de mercados. (2020).

CAPÍTULO 7

IMPACTOS DEL COVID-19 EN LA SALUD DE TRABAJADORES AGRÍCOLAS TEMPORALES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ

Data de aceite: 02/05/2022

Ofelia Becerril Quintana
El Colegio de Michoacán, Centro de Estudios Rurales

RESUMEN: En medio de la pandemia por COVID-19 los gobiernos y empresarios agroindustriales promovieron políticas migratorias orientadas a una creciente movilidad y empleo de trabajadores temporales de México considerados estructuralmente necesarios para la agroindustria y la seguridad alimentaria de la población de aquellos países del Norte. El objetivo de este capítulo es analizar -desde un enfoque transnacional y de género- los impactos del COVID-19 en la salud de los trabajadores, hombres y mujeres, mexicanos en los programas temporales. Mediante una metodología cualitativa y cuantitativa examino los múltiples efectos del COVID-19 en las vivencias de los trabajadores; además analizo estadísticas de instituciones de los tres países. Los resultados ponen en evidencia que, entre 2020 y 2021, persistieron precarias condiciones de trabajo y salud de los migrantes, su situación de vulnerabilidad estructural fue más evidente y ha prevalecido inequidad de género, además de que los riesgos potenciales de contraer coronavirus fueron altos pues estuvieron permanentemente expuestos al vivir en viviendas en condiciones de hacinamiento, transportarse de forma abarrotada a los campos de cultivo, no contar con instalaciones para lavarse las manos y no disponer de plena seguridad social. Se presenta la propuesta de una agenda binacional que atienda la crisis de salud pública y sus impactos en los programas temporales.

PALABRAS CLAVE: COVID-19, Trabajadores temporales, visas H-2A, PTAT.

IMPACTS OF COVID-19 ON THE HEALTH OF MEXICAN SEASONAL AGRICULTURAL WORKERS IN THE UNITED STATES AND CANADA

ABSTRACT: In the midst of the COVID-19 pandemic, governments and agribusinesses promoted migration policies aimed at increasing mobility and employment of temporary workers from Mexico considered structurally necessary for agribusiness and food security for the population of those countries of the North. The objective of this chapter is to analyze -from a transnational and gender perspective- the impacts of COVID-19 on the health of Mexican workers, men and women, in temporary programs. Through a qualitative and quantitative methodology, I examine the multiple effects of COVID-19 on the experiences of workers; I also analyze statistics from institutions in the three countries. The results show that, between 2020 and 2021, precarious working and health conditions of migrants persisted, their situation of structural vulnerability was more evident and gender inequity has prevailed, in addition to the fact that the potential risks of contracting coronavirus were high because they were permanently exposed by living in overcrowded housing, crowded transportation to farm fields, lack of hand-washing facilities, and lack of full social security. The proposal for

a binational agenda that addresses the public health crisis and its impacts on temporary programs is presented
KEYWORDS: COVID-19, temporary workers, H-2A visas, SAWP.

1 | INTRODUCCIÓN

Desde mediados de la década de los noventa del siglo XX, los países receptores de migrantes han optado, cada vez más, por emplear a trabajadores temporales en el contexto de la restructuración económica, de flexibilización y desregulación del trabajo del capitalismo global. Siguiendo la tendencia mundial, desde fines del siglo XX se observa un aumento de trabajadores que migran temporalmente de México a Estados Unidos y a Canadá (Becerril, 2011). Esta tendencia se ha incrementado con la crisis de salud por la pandemia de COVID-19.

Han transcurrido dos años desde la emergencia de la crisis de salud pública por la pandemia de COVID-19 en todo el mundo. Sus impactos sociales y económicos han sido devastadores, particularmente en el empleo y la salud de trabajadoras y trabajadores mexicanos que se contratan temporalmente por medio de las visas H-2A estadounidenses o del Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales (PTAT) canadiense. Desde los primeros meses de la pandemia, gobiernos y empresarios agrícolas promovieron políticas migratorias orientadas a una creciente movilidad y empleo de jornaleros de México, con el argumento de que son estructuralmente necesarios para la agroindustria y la seguridad alimentaria de la población de aquellos países del Norte.

La literatura sobre migración temporal ha cambiado sus temáticas para ir más allá de las condiciones de trabajo y los derechos laborales a problemáticas de género, salud y cuerpo, relaciones étnicas, maternidad y paternidad, masculinidad, reclutamiento laboral y COVID-19; también han cambiado las perspectivas teórico-metodológicas, transitando de la economía política al análisis transnacional y el enfoque interseccional. El objetivo de este capítulo es explorar, desde un enfoque transnacional y de género, los impactos del COVID-19 en la salud de los trabajadores, hombres y mujeres, mexicanos en los programas temporales estadounidenses y canadienses. Mediante una metodología cualitativa y cuantitativa examino los múltiples efectos del COVID-19 en las vivencias de los trabajadores.

Existen dos modalidades de contratación de trabajadores temporales en México. Por un lado, el sistema privado de visas temporales H-2A para la agricultura y H-2B para los servicios que otorga de forma unilateral el gobierno de Estados Unidos a las empresas norteamericanas. Por otro lado, el PTAT canadiense basado en un convenio binacional y de negociación que opera la Secretaría del Trabajo y algunas agencias privadas de México en coordinación con el gobierno y las agencias privadas canadienses.

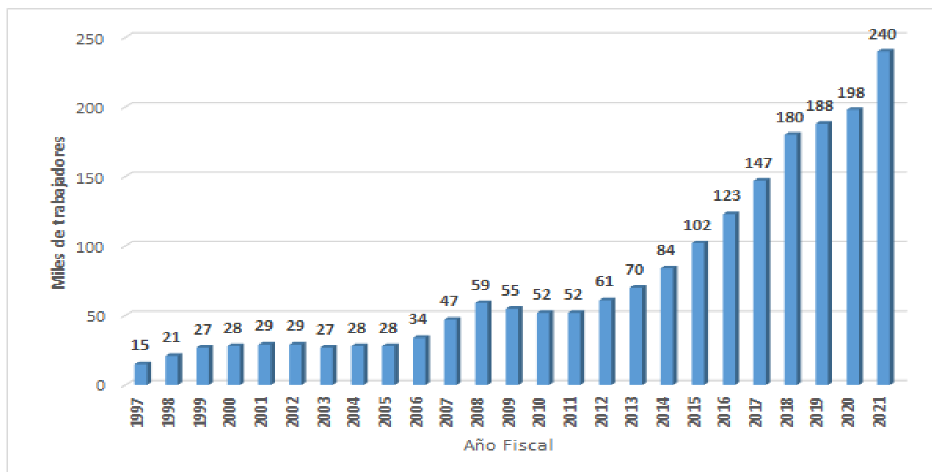
En la última década, el empleo temporal de mexicanos en Estados Unidos y

Canadá se ha expandido en un nivel no esperado dada la experiencia histórica pasada. Se trata de un proceso gestado paulatinamente que ha creado una nueva era de migración temporal caracterizada por los flujos migratorios predominantemente masculinos. Es en este contexto que adquiere sentido el análisis del impacto del COVID-19 en la salud de los jornaleros transnacionales. En la primera parte del capítulo analizo la problemática de empleo y salud vivida en condiciones pandémicas por los trabajadores mexicanos con visas H-2A. En la segunda parte presento un análisis de las condiciones laborales y de salud de los trabajadores del PTAT. En ambos casos pongo énfasis en las fuentes de riesgo de contagio que viven los jornaleros. Al final sugiero la necesidad de una agenda binacional para afrontar la crisis de salud pública y sus efectos desproporcionados en la salud de las y los trabajadores agrícolas temporales.

2 I CRISIS ECONÓMICA ESTADOUNIDENSE, CRISIS DE SALUD PUBLICA Y EXPANSIÓN DEL EMPLEO DE MIGRANTES MEXICANOS CON VISAS H-2A

El sistema de visas temporales H-2A fue creado por la Ley de Reforma y Control de Inmigración (IRCA) en 1986. Hoy este sistema privado está regulado por las empresas, los reclutadores y los consulados estadounidenses. El trabajador queda sujeto al control y condiciones del empleador. Los empleos duran en promedio 6 meses. El gobierno estadounidense otorga visas y debe supervisar el programa imponiendo multas en caso de violaciones al contrato de trabajo, sin embargo en la práctica no lo hace. El gobierno mexicano no supervisa el programa ni reclama abusos hacia los connacionales. Los empresarios están obligados a pagar a los trabajadores H-2A el mismo salario que reciben los residentes de Estados Unidos, además del transporte de ida y vuelta al hogar del trabajador y brindar casa con los mínimos establecidos a nivel federal; no obstante en la práctica estas normatividades pocas veces se cumplen y es común la sobreexplotación, las prácticas abusivas y el excesivo control, las constantes violaciones al contrato de trabajo y las irregularidades de derechos laborales.

Según datos del Departamento del Trabajo de Estados Unidos, para 2020, el número de visas H-2A otorgadas a trabajadores agrícolas mexicanos fueron 197,908 (92.7% de un total de 213,394), en comparación con 188,758 visas (92.1% de un total de 204,801) en 2019 (Gráfica 1); de modo que durante el primer año de la pandemia se emplearon a 9 mil trabajadores mexicanos H-2A más que en 2019. Para el año fiscal 2021, se emitieron 239,940 visas H-2A a trabajadores de México (93% de un total de 258,000) (Martin, 2022a); así que en el segundo año de la pandemia se emplearon a 42 mil jornaleros H-2A mexicanos más que en 2020. Desafortunadamente, los datos diferenciados por género no están disponibles.



Gráfica 1. Número de visas H-2A para trabajadores mexicanos (1997-2021)

Fuentes: Departamento de Estado, Estados Unidos; Martin 2022b.

Para 2021, los 258 mil trabajadores H-2A ocuparon alrededor de 125,000 puestos de trabajo equivalentes al 11% de los 1,1 millones de puestos de trabajo en la agricultura de Estados Unidos (Martin 2022a). Esta fuerte expansión ya se venía dando desde 2015 con la crisis económica estadounidense, iniciada en 2008, pero es con la pandemia que el gobierno de Estados Unidos legitimó el creciente empleo de trabajadores H-2A. Para las visas H-2A agrícolas no hay restricciones en el número de visas por año fiscal. En síntesis, entre 2008 y 2021, los empleadores estadounidenses no solo han continuado requiriendo a los trabajadores mexicanos con visas H-2A, sino que han incrementado su contratación de forma constante, lo que ha llevado a más que duplicarse, pues de 102 mil visas H-2A en 2015 llegaron a 240 mil en 2021 (Department of State, 2020; Martin, 2022b). De acuerdo con *American Farm Bureau*, el 20% del total de los trabajadores agrícolas en Estados Unidos tienen visas H-2A (Department of State, 2020).

Uno de los resultados de la crisis económica y del manejo político de la pandemia del COVID-19 en Estados Unidos fue el incremento inusitado de certificaciones de visas H-2A. Según datos de la Oficina de Certificación de Trabajo Extranjero, en el año fiscal 2021, 10 mil empleadores agrícolas estadounidenses fueron certificados para ocupar 317,000 trabajos agrícolas temporales con visas H-2A (Martin 2022b). Más de la mitad de los trabajos H-2A se encuentran en cinco estados: Florida, Georgia, California, Washington y Carolina del Norte (OFLC-DOL, 2021). La proporción de empleos H-2A en estos cinco estados aumentó del 34% en 2007 al 52% en 2021, especialmente en California y Washington (Martin, 2022a). 86.6% fueron contratos para trabajadores agrícolas. Del total de certificaciones 11 mil fueron para *North Carolina Grower´s Assoc.,* 6 mil para *Fresh Harvest Incorporated*, 4 mil para Foothill Packing, 3 mil para *Wafla*, 3 mil para Farm- Op Kuzzens H2A, y 3 mil para

Rancho Nuevo Harvesting (OFLC-DOL, 2021).

Estructuralmente esenciales pero sin protección de su salud

La pandemia de COVID-19 creó una crisis mundial de inmovilidad al cerrarse las fronteras internacionales, pero sucedió lo contrario con los migrantes H-2A. Durante la crisis de salud pública por la pandemia se promovió un creciente empleo de trabajadores H-2A, sobre todo de México, en aquellos sectores agroindustriales que dependen de esta mano de obra. Desde el principio de la pandemia, el gobierno de Estados Unidos anunció que no cerraría sus fronteras a los trabajadores H2, pues se requería el empleo de trabajadores agrícolas H-2A. Por su parte, organizaciones como el Centro de los Derechos del Migrante, argumentaban que: "El desafío sigue siendo las malas condiciones en las que se emplean. Los jornaleros mexicanos seguirán aliviando los campos y la demanda de alimentos en Estados Unidos, el país con mayor número de contagios de coronavirus" (entrevista a Evy Peña directora de comunicación del CDM por Blanca Juárez, 01/04/2020).

En marzo de 2020, la Embajada de Estados Unidos en México notificó que "los trabajadores agrícolas son críticos para mantener el suministro de alimentos durante la emergencia". La Secretaría de Estado y el Departamento de Seguridad autorizaron a los consulados estadounidenses ampliar las categorías de solicitantes de visas H-2 y adjudicarlas sin una entrevista pues "el programa H-2 es esencial para la economía y la seguridad alimentaria de los Estados Unidos y es prioridad de seguridad nacional". Desde 1990, los trabajadores H-2A de México han sido estructuralmente esenciales para la agroindustria estadounidense, pero es hasta el contexto de la pandemia que así fueron reconocidos.

Fuentes de riesgo de contagio de los trabajadores H-2A

Los 240 mil trabajadores H-2A mexicanos contratados en 2021 y los 198 mil trabajadores empleados en 2020 estuvieron laborando en los campos de cultivo de Estados Unidos a pesar de la crisis de salud pública por coronavirus. Antes de la pandemia, las condiciones de trabajo y de vida de los trabajadores H-2A ya se caracterizaban de alta precarización laboral y vivían en permanente situación de vulnerabilidad. Con la pandemia esta situación se exacerbó pues conformaban un sector vulnerable y precarizado por siete fuentes de riesgo ocupacional de su salud:

1) La alta movilidad de migrantes H-2A y las condiciones en las que viajan sin guardar distancia física constituye una fuente de riesgo y expansión del contagio debido a que los trabajadores se transportan en autobús de múltiples sitios rurales de México a diversas localidades rurales en Estados Unidos. En México, uno de los lugares de mayor concentración de trabajadores es la ciudad de Monterrey, estado de Nuevo León, puesto que es ahí en donde hacen el trámite de las visas. Las visas tardaron más porque hubo poco personal del consulado estadounidense en tiempos de mayor confinamiento. De manera que los trabajadores permanecían más tiempo en un pequeño cuarto y eso aumentaba su probabilidad de contagio. Luego son

trasladados en autobuses o camionetas para cruzar la frontera sin guardar la sana distancia requerida. Cuando llegaron a los lugares de trabajo, algunos migrantes fueron puestos en cuarentena, pero no la mayoría. Según reportes de los mismos jornaleros en algunas granjas no hubo implementación de protocolos de prevención para no contagiarse de COVID-19.

2) Los trabajadores mexicanos H-2A no pueden mantener una distancia física segura para evitar la propagación del virus pues trabajan en espacios abarrotados, en aislamiento y sin seguro de salud. A diferencia de los trabajadores locales, no están cubiertos por la Ley de Protección a Trabajadores Agrícolas y Estacionales (AWPA) que regula los estándares y condiciones laborales en la agricultura. En su trayecto al lugar de trabajo no hay clínicas de salud. En ocasiones, no tienen equipo de protección personal, falta dónde lavarse las manos o no hay suficientes lavabos. Los empleadores no están obligados a proveerles de seguro médico, así es que si se enferman de COVID-19 tienen pocas posibilidades de pagar la atención médica. Además, los costos en los hospitales son muy elevados y se encuentran en incertidumbre al permanecer alejados de sus familiares y sus redes de apoyo. La mayoría trabaja con cubre bocas, sin embargo, hay empleadores que no les proveen mascarillas ni de guantes para trabajar.

3) Las condiciones de vivienda se caracterizan por ser deficientes, en hacinamiento e insalubridad. La mayoría de los trabajadores H-2A comparten dormitorios, cocinas y baños en barracas, antiguas casas de labranza y remolques que les proporcionan los productores. Por la situación de aislamiento, confinamiento y de no guardar distancia en las viviendas es difícil que puedan minimizar el riesgo de exposición al coronavirus. De acuerdo con las historias recabadas por el *Centro de Derechos del Migrante*, más de la mitad de los jornaleros que llegaron a Estados Unidos aseguraron que vivían en viviendas hacinadas e insalubres; aunque también revelaron que algunos empleadores tomaron medidas de protección para evitar la propagación del COVID-19, por ejemplo, desinfectando frecuentemente los dormitorios.

4) Los trabajadores agrícolas H-2A son especialmente vulnerables a las infecciones pues los transportan a los campos en camiones con hasta 40 personas sin cumplir el distanciamiento social.

5) Los migrantes mexicanos enfrentan racismo estructural, discriminación, barreras en la atención médica y barreras del idioma para acceder a información en español para comunicar síntomas y recibir un diagnóstico oportuno en caso de contagiarse de Covid-19. La atención médica puede ser más difícil de acceder debido a la distancia geográfica y las características rurales donde laboran.

6) Las vivencias de incertidumbre, miedo, estrés y ansiedad fueron cotidianas y persistieron durante las temporadas laborales de 2020 y 2021, especialmente por el miedo a la deportación o quedarse sin empleo si acudían a la atención médica. Frente al escenario pandémico, los jornaleros enfrentaron el problema de la falta de recursos de salud mental, humanos y materiales de las instituciones de salud pública al estar laborando en Estados Unidos.

7) La posibilidad de rebrotes de COVID-19 en caso de regresar enfermos con sus familias y comunidades rurales en México; además del estigma de los trabajadores contagiados fueron otros riesgos de contagio.

Ante estas condiciones laborales de alto riesgo de contraer coronavirus hubo trabajadores H-2A contagiados y muertos por COVID-19. El primer caso conocido de contagio fue un migrante H-2A que laboraba en los campos de Carolina del Norte, diagnosticado por la Clínica de Salud Commwell en la sede de Dunn. Después se informaron de brotes importantes en granjas de vegetales y frutas en Florida y California, así como en plantas empacadoras de carne y productos agrícolas en Dakota del Sur y Washington.

Frente a la crisis mundial de salud pública por la pandemia y sus riesgos de contagio, 37 organizaciones pidieron, el 25 de marzo de 2020, al gobierno que los empresarios agrícolas proporcionaran vivienda adecuada con instalaciones para cuarentenas, transporte seguro, pruebas para los trabajadores antes de arribar a Estados Unidos, distanciamiento físico en las granjas y tratamiento médico pagado para los infectados. Pese a los contagios extendidos, para octubre 2020, el gobierno federal aún no había establecido medidas de seguridad ejecutables para contener la propagación del virus en las operaciones agrícolas; solo 11 estados intervinieron para exigir a los productores que hicieran pruebas a los trabajadores, desinfectaran los lugares de trabajo, hicieran cumplir el distanciamiento social y proporcionaran equipo de protección; cerca de 20 estados emitieron una guía inaplicable y el resto no hizo nada (Jordán, 2020).

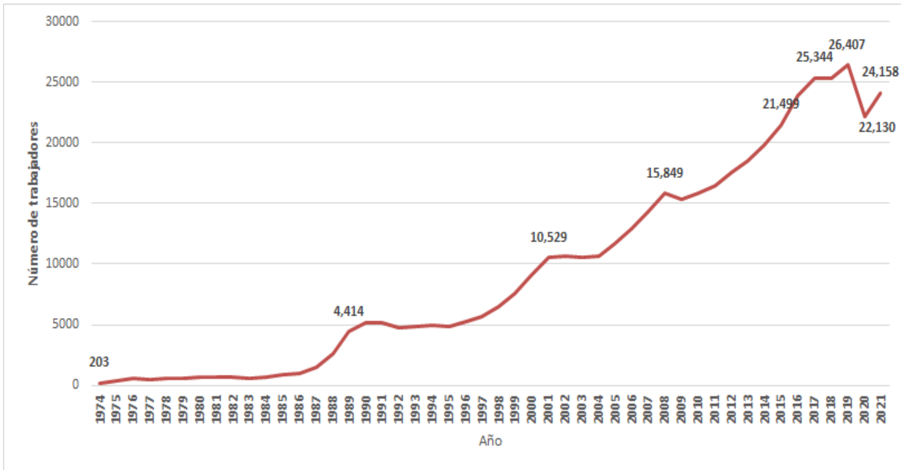
Investigadores de la Universidad de Purdue, estimaron que, hasta el 16 de octubre de 2020, más de 149,500 trabajadores agrícolas habían contraído COVID-19 y calcularon que 3,750 jornaleros habían muerto (Lusk *et al.*). Para abril 2021, Lusk y Chandra (2021) estimaron el número acumulado de trabajadores agrícolas contagiados de COVID-19 en 401 mil (contratados, no remunerados y migrantes) y 7,240 jornaleros muertos; siendo la tasa de incidencia de COVID-19 significativamente más alta en condados con más trabajadores agrícolas, como California y Washington; también estimaron que la reducción en la disponibilidad de mano de obra por COVID-19 reduciría la producción agrícola de Estados Unidos en $309 millones de dólares estadounidenses.

Un estudio más reciente de *National Center for Farmworker Health* (2022) estima que hasta el 20 de diciembre de 2021, se había confirmado 1 millón de casos de COVID-19 en trabajadores agrícolas, sin incluir jornaleros contratados y temporales; además de un total de 7,8 millones de casos de COVID-19 y 138,060 muertes por COVID-19 en condados rurales, con prevalencia en trabajadores agrícolas hispanos.

3 I AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA CANADIENSE, CANCELACIÓN Y DESPLOME DEL EMPLEO DE TRABAJADORES DEL PTAT POR COVID-19

El COVID-19 también ha cambiado el trabajo y la vida de los migrantes mexicanos

que laboran, entre 4 y ocho meses, en Canadá por medio del Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales (PTAT). Los trabajadores han sido empleados desde 1974 y las trabajadoras desde 1989 en la agroindustria alimentaria; tienen largas trayectorias laborales con un solo empleador y laboran en 9 provincias canadienses. La literatura escrita por más de dos décadas ha evidenciado que en 47 años de funcionamiento del PTAT, las jornaleras y los jornaleros mexicanos han contribuido económicamente tanto a la agroindustria como a las economías locales de Canadá y de México, muestra de eso es el crecimiento gradual del Programa (Gráfica 2). El número de trabajadores se ha incrementado de 203 en 1974 a 26 mil en 2019, y de 37 trabajadoras en 1989 a 770 en ese año.



Gráfica 2. Empleo de trabajadoras y trabajadores mexicanos del PTAT (1974-2021)

Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México

En las últimas dos temporadas laborales, la pandemia provocada por el SARS-CoV-2 ha afectado el funcionamiento del PTAT, el cual se canceló en dos ocasiones en 2020 y se redujo el número de trabajadores contratados. De acuerdo con datos de la Secretaría del Trabajo de México, en 2021 se emplearon a 24,158 trabajadores y en 2020 a 22,130 jornaleros, a diferencia de los 26,407 trabajadores contratados en 2019 (Gráfica 2); es decir, 4 mil jornaleros del PTAT se quedaron desempleados en el primer año de la pandemia y 2 mil trabajadores desempleados en el segundo año de pandemia, con respecto al año 2019. En el caso de las trabajadoras agrícolas, el decremento del empleo de jornaleras del PTAT ya había iniciado desde antes de la pandemia pues en 2018 se emplearon a 751 migrantes mexicanas a diferencia de 803 contratadas en 2017; en el contexto pandémico, para 2020 se contrataron a 510 jornaleras (33.7% menos que en 2019) y en 2021 a 571 trabajadoras (25.8% menos que en 2019).

Uno de los impactos del COVID-19 fue el desplome del 16.1% del empleo temporal

del PTAT en 2020; para 2021 hubo una ligera recuperación del empleo con respecto al año 2020 pero persistió una reducción de 8.5% del empleo temporal con relación al año 2019. La caída en la operación del PTAT, en el que participan 2,300 granjas canadienses, ha sido evidente en 47 años del Programa.

Otro acontecimiento histórico fueron las suspensiones del Programa por el gobierno de México. Primero fue el 16 de marzo de 2020, estando ya laborando 4 mil trabajadores mexicanos del PTAT en Canadá, luego de que el primer trabajador mexicano se contagiara de COVID-19 en una granja de la ciudad de *Kelowna* en Columbia Británica. Días después el Consulado de México en Vancouver informó que 19 de 65 trabajadores empleados en la granja *Bylands Nurseries*, de Columbia Británica, dieron positivo a COVID-19. El Programa se reactivó el 9 de abril después de un acuerdo con el gobierno y los empresarios agrícolas canadienses para garantizar los derechos de salud, laborales y la seguridad de los migrantes; se estableció un examen de salud, el protocolo de medidas sanitarias del viaje en México y a su arribo a Canadá, la cuarentena obligatoria de 14 días recibiendo salario (no lo aplicaron en todas las provincias) y la garantía del acceso a servicios médicos. No obstante, la licencia por enfermedad de COVID-19 no fue pagada por la mayoría de los empleadores (Labrecque, 2020) y no se garantizaron en la mayoría de casos los derechos a la salud de los migrantes.

Nunca antes en la historia del PTAT se había suspendido, pero el martes 16 de junio de 2020, cuando ya estaban laborando 10 mil trabajadores mexicanos en los campos canadienses, por segunda ocasión México canceló el Programa hasta que se garantizara la protección de la salud de los jornaleros debido a que tres trabajadores agrícolas del PTAT habían muerto tras haber contraído SARS-CoV-2 en granjas de Ontario; además otros 302 trabajadores habían dado positivo al coronavirus y había brotes en 17 granjas de Ontario. Entre marzo y junio ya se habían contagiado 496 trabajadores mexicanos de COVID-19. El PTAT fue reactivado, el 23 de junio, luego de la creación de un grupo binacional integrado por los ministerios de Salud, Inmigración, Agricultura y Empleo de Canadá, y por la Secretaría del Trabajo y la Secretaría de Relaciones Exteriores de México. Este grupo identificaría riesgos, atendería denuncias y facilitaría la intervención inmediata de los jornaleros mediante las siguientes acciones: a) apoyar el trabajo del gobierno de México para detectar de manera oportuna las granjas con brotes o alto riesgo de brotes de COVID-19; b) garantizar el adecuado acceso a la salud, inspecciones y atención médica oportuna para los trabajadores por parte de la administración canadiense, en colaboración con las agencias de salud locales; c) incrementar las capacidades de *Service Canada* para revisar actos de incumplimiento por las granjas y asignar un contacto para coordinarse con los consulados mexicanos sobre inconsistencias detectadas; d) trabajar con las provincias sobre las responsabilidades que les corresponden, y continuar informando a los empleadores sobres sus obligaciones en el PTAT, particularmente sobre la prevención de contagio del COVID-19. Sin embargo, hasta marzo de 2022 no hay reportes publicados de

las acciones de este grupo binacional.

La Ley de Protección y Promoción de la Salud, promulgada el 1 de julio de 2020, exige a los empleadores canadienses solicitar a los trabajadores mexicanos con síntomas de COVID-19 que se autoaislen y les prohíba trabajar hasta que lo apruebe salud pública local. A pesar de los nuevos acuerdos, el 30 de julio de 2020 fue despedido un trabajador del PTAT por haber informado que en la granja en la que él laboraba -donde se había muerto otro trabajador y otros trabajadores se habían contagiado- no se cumplía con los protocolos sanitarios mínimos. En 2021 continuaron los brotes en las granjas donde laboraron los migrantes mexicanos a pesar de estar vacunados.

Trabajadores esenciales del PTAT sin protección de su salud

Después de casi cinco décadas del PTAT, el 19 de marzo de 2020, el gobierno de Canadá considero que los trabajadores agrícolas temporales de México eran esenciales para la producción de alimentos de Canadá, por el papel estructural que desempeñan tanto para la agroindustria alimentaria como para garantizar el abasto de alimentos en los hogares canadienses. Sin embargo, la pandemia del coronavirus puso en evidencia la desprotección laboral y la vulnerabilidad estructural en el trabajo y la salud de los trabajadores mexicanos del PTAT (Labrecque, 2020). Además, los jornaleros esenciales no gozan de estatus legal pleno para garantizar sus derechos de salud y seguridad cuando han sido contagiados de COVID-19, mientras están laborando en aquel país. De manera semejante a los trabajadores H-2A de Estados Unidos, los trabajadores agrícolas del PTAT no están protegidos con adecuadas condiciones de trabajo y enfrentan rezagos en el sistema de salud canadiense.

En pleno siglo XXI prevalecen precarias condiciones de trabajo y ningún trabajador del PTAT goza de estatus legal pleno. El contrato de trabajo (Government of Canada, 2022) establece que el trabajador agrícola debe laborar entre seis semanas y ocho meses, principalmente en la cosecha de cultivos; ser proveído de un alojamiento limpio, seguro y adecuado, de comidas adecuadas o una cocina; recibir el salario mínimo agrícola igual al que ganan los canadienses; cubrir pagos y deducciones por el Seguro Médico Ocupacional, el Seguro de Empleo, el Plan de Pensión de Canadá y los impuestos federal y provincial; tener derecho al seguro por enfermedad y accidentes de trabajo; recibir ropa protectora y capacitación si trabaja con pesticidas. Sin embargo, por ejemplo, en Ontario no están cubiertos con el Acta de Seguridad y Salud Ocupacional; en la práctica hay desinformación e incumplimiento en el pago de compensación a trabajadores por enfermedad o accidentes de trabajo y en el seguro médico ocupacional, incluso cuando los migrantes llegan a Canadá algunos empleadores les quitan la tarjeta de salud.

Para la temporada 2022, se establecieron modificaciones al contrato de trabajo, pero en la cláusula relativa a *Seguridad y salud de los trabajadores*, no hubo cambios. En donde si se realizaron cambios es en la sección de alojamiento, comidas y descanso, en

la cual se “aumenta el monto que los empleadores pueden deducir por costos de servicios en un 1.41%, lo cual representa $2.39 diarios” (Government of Canada, 2022). Con este y otros cambios en años previos en el contrato de trabajo se trasladan los costos de la crisis económica y la crisis de salud pública a los trabajadores agrícolas temporales.

Fuentes de riesgo de contagio para trabajadores del PTAT

A pesar del contexto pandémico, los trabajadores y las trabajadoras del PTAT no dejaron de migrar y laborar en 2020 y 2021. Los más de 24 mil trabajadores mexicanos que laboraron en 2021 en los campos canadienses constituyeron una población altamente vulnerable por nueve fuentes de riesgo a su salud, derivados del modelo de organización flexible del trabajo en la agroindustria canadiense y las condiciones estructurales del Programa:

1) Las condiciones de alta movilidad y de traslado de los migrantes, desde localidades rurales de todos los estados de la República Mexicana a diversos sitios rurales de nueve provincias canadienses, constituyen una fuente de vulnerabilidad y de riesgo de expansión del contagio debido a que la mayoría se traslada en autobuses o en el sistema de transporte del metro hasta el Aeropuerto de la Ciudad de México y luego en avión al Aeropuerto de Toronto, Montreal o Vancouver, y en camionetas a las granjas. En todos los medios de transporte, los jornaleros viajan sin guardar la distancia física requerida para el control de la velocidad del contagio. Por ejemplo, viajaron en vuelos chárter llenos, justo cuando la pandemia alcanzaba su mayor pico o cuando se daban los rebrotes del COVID-19.

2) Las precarias condiciones de trabajo en las granjas. Después de 47 años de operación del PTAT prevalecen condiciones de trabajo inseguras, de incertidumbre y explotación de la fuerza de trabajo mexicana. Las vulnerables condiciones de trabajo y de vida de los jornaleros migrantes, así como el ejercicio limitado de sus derechos ha sido ampliamente documentado (Becerril 2011). En el contexto de crisis de salud pública por la pandemia de COVID-19, gran parte de trabajadores y trabajadoras laboraron largas jornadas, de 8 a 12 horas, en espacios generalmente abarrotados trabajando uno muy cerca del otro -ya sea en invernaderos, campos de cultivo o empaques- sin guardar la distancia adecuada para no contagiarse.

3) Condiciones de vivienda caracterizadas por el hacinamiento y la insalubridad. Muchas empresas albergan a los trabajadores en cuartos muy pequeños o en trailers descompuestos en donde las estufas, los refrigeradores y las áreas para comer y dormir son insuficientes. En algunos casos no hay baños dentro del alojamiento o tienen problemas con el suministro de agua, drenaje y calefacción Hay trabajadores que comparten la vivienda entre 15 y 20 personas. También hay habitaciones tipo galeras cuyo interior está acondicionado con literas colocadas en fila, sin espacio entre ellas, donde duermen hasta 60 trabajadores con acceso a un camastro en litera, por lo que el hacinamiento es mayor; lo que significa que no pueden mantener la distancia necesaria para evitar contagiarse de COVID-19. Las inspecciones gubernamentales de las condiciones de alojamiento no se realizan

regularmente, a pesar de la contingencia y medidas sanitarias que el gobierno de Canadá ha impuesto a los empresarios de la agroindustria.

4) Formas y condiciones de traslado de las viviendas donde residen temporalmente a las tiendas para abastecerse de alimentos. Debido a que los jornaleros migrantes trabajan y viven en la misma propiedad del empleador, la empresa puede controlar la vida cotidiana de los trabajadores. Algunas empresas han reglamentado los horarios no sólo para trabajar sino también para comer, ir al pueblo y comprar alimentos, descansar, lavar y cocinar. Todo está reglamentado y controlado pues como decía el supervisor de una granja "los trabajadores mexicanos están aquí, sólo para trabajar". Los trabajadores se trasladan en bicicletas, taxi o camiones rentados por la empresa (gastos que luego les descuentan) para realizar la compra semanal de sus alimentos. En estos traslados no siempre se guarda la distancia para evitar los contagios del COVID-19.

5) Barreras del idioma para acceder al sistema de salud canadiense. Las y los trabajadores, que migran solos y tienen entre 7 y 25 años en el PTAT, no son proveídos con traductores o capacitación básica de inglés o francés. La mayoría desconoce sus derechos laborales y la barrera del idioma es una limitante para que puedan acceder al sistema de salud, además viven en aislamiento geográfico. La barrera del idioma como fuente de riesgo a la salud es el reto más importante para la comunicación de los síntomas, diagnóstico oportuno y formas de transmisión del COVID-19 entre trabajadores mexicanos.

6) Estigmatización y racismo sistémico en los hospitales y clínicas de salud por personal médico; por la población local con los trabajadores agrícolas contagiados y no contagiados por COVID-19.

7) Discriminación y acoso sexual de las trabajadoras agrícolas en sitios de reclutamiento, granjas o empaques, viviendas y comunidades canadienses.

8) Barreras de autocuidado y vivencias de incertidumbre, miedos, estrés y ansiedad de contagiarse de COVID-19, ser deportados y perder el empleo en el PTAT. Hubo trabajadoras y trabajadores que dieron positivo en la prueba de COVID-19 estando en México y se quedaron sin migrar a Canadá y sin empleo en el Programa.

9) Rebrotes de COVID-19 en caso de regresar enfermos con sus familias y sus comunidades de origen. No se ha estudiado el impacto del riesgo de salud de los trabajadores contagiados en Canadá cuando regresaron en 2020 y 2021 con sus familias en el México rural.

4 | ACCIONES URGENTES DE ATENCIÓN BINACIONAL

Hasta aquí, se ha puesto en evidencia que la salud de las trabajadoras y los trabajadores agrícolas -empleados mediante los programas temporales H-2A estadounidense y del PTAT canadiense- se ha visto afectada de manera diferenciada y desproporcionada por el COVID-19 debido a las precarias condiciones de trabajo, falta

de equipo de protección personal, viviendas y condiciones de trabajo deficientes, racismo estructural y estigmatización, mayor aislamiento por la pandemia, discriminación y barreras para la atención médica, estatus legal no pleno, barreras del idioma, desprotección en los sistemas de salud y políticas de migración temporal. La situación de vulnerabilidad estructural de los jornaleros esenciales en el contexto pandémico fue más evidente. Además, los riesgos de adquirir coronavirus fueron potencialmente altos pues estuvieron permanentemente expuestos a esta infección viral. También ha permanecido inequidad de género en el empleo de los programas temporales temporal; aún desconocemos la situación de las trabajadoras mexicanas contagiadas o muertas por COVID-19 estando laborando en aquellos países del Norte.

Los impactos del COVID-19 en la salud de trabajadores agrícolas H-2A de México en estados unidos han sido catastróficos pues ha habido miles de trabajadores contagiados y muertos por coronavirus al prevalecer condiciones precarias de trabajo y salud. Incluso, durante los dos años de la pandemia pocos trabajadores estadounidenses desempleados ocuparon trabajos agrícolas temporales a pesar de las altas tasas de desempleo (Martin, 2022a). Algunos académicos y organizaciones de migrantes, proponen que es tiempo de reformar el sistema de visas H-2A. Otros investigadores sugieren que la Ley de Modernización de la Fuerza Laboral Agrícola, aprobada por la Cámara en marzo de 2021, permitiría tres cambios al programa H-2A y podrían beneficiar a los trabajadores: certificación y visas de varios años, organización de cuadrillas de trabajadores en los países de origen listas para laborar, y menos reclutadores y más grandes (Martin, 2022a).

En el caso canadiense, investigadores y activistas de centros de apoyo a migrantes sugieren que las condiciones estructurales de vulnerabilidad y déficit de poder en las que se encuentran los trabajadores agrícolas del PTAT, sólo se puede resolver teniendo acceso a la residencia permanente.

En México, desde hace siete años se reclutan a trabajadores H-2A y se ha reforzado el PTAT, pero faltan acciones urgentes de atención binacional para prevenir nuevos brotes de COVID-19 entre trabajadores agrícolas mexicanos en aquellos países del Norte y proteger a las familias en sus comunidades de origen; sobre todo porque la migración laboral temporal continuará en los próximos años como estrategia de las políticas migratorias estadounidenses y canadienses.

La problemática que viven trabajadoras y trabajadores agrícolas mexicanos H-2A y del PTAT, estructuralmente necesarios para las economías de aquellos países del Norte, se ha agudizado frente al COVID-19, por ello es urgente implementar acuerdos y acciones binacionales para garantizar sus derechos laborales, de salud y seguridad social. Es una situación que hoy debe de estar en la agenda política binacional de los tres países para reconsiderar las condiciones de empleo, la reconfiguración de los sistemas de salud pública y las implicaciones de la crisis de salud generada por el COVID-19 para los programas temporales.

REFERENCIAS

Becerril, Ofelia. 2011. *¡Soy un tunante! Cual loco caminante. Transmigrantes mexicanos en Canadá, contendiendo el género, la sexualidad y la identidad.*, El Colegio de Michoacán, Zamora, Michoacán.

Department of State, United States, march 26 2020, "Important Announcement on H2 Visas", https://travel.state.gov/content/travel/en/News/visas-news/important-announcement-on-h2-visas.html?fbclid=IwAR3r8ivWCmmjphuLAMkz7_bMNY2xOywPzQwzZrmpAWzlWOADPBfFmqh4llU

Government of Canada. 2022. "Contrato de trabajo del Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales con México", https://www.canada.ca/en/employment-social-development/services/foreign-workers/agricultural/seasonal-agricultural/apply/mexico-spanish/amendments.html

Jordán, Miriam. 2020. "'Nunca esperé perder mi libertad': trabajadores inmigrantes de una empresa de tomates fueron confinados en granjas", *The New York Times*, 19-10-2020, https://www.nytimes.com/es/2020/10/19/espanol/estados-unidos/coronavirus-migrantes-tomates.html

Labrecque, Marie France. 2020. "Permanentemente temporales. El Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales en Canadá (PTAT) y el COVID-19", Antropología Americana, vol. 5, núm. 10 (2020), pp. 113-138.

Lusk JL, Anderson J (eds.). 2020. Economic Impacts of COVID-19 on Food and Agricultural Markets. Council of Agricultural Science and Technology (CAST) and Agricultural and Applied Economics Association (AAEA). Cast Commentary. QTA2020-3. Available from: https://www.cast-science.org/publication/economic-impacts-of-covid-19-on-food-and-agricultural-markets/

Lusk, Jayson and Ranveer Chandra. 2021. "Farmer and farm worker illnesses and deaths from COVID-19 and impacts on agricultural output." *PLOS ONE* (2021). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250621

Martin, Phillip. 2022a. "A Look at H-2A Growth and Reform in 2021 and 2022", Wilson Center, January 3, 2022, https://www.wilsoncenter.org/article/look-h-2a-growth-and-reform-2021-and-2022

Martin, Phillip. 2022b. "H-2A: Recruitment and Adverse Effect Wage Rates (AEWRs)", Wilson Center, March 7, 2022, https://www.wilsoncenter.org/article/h-2a-recruitment-and-adverse-effect-wage-rates-aewrs

National Center for Farmworker Health, Inc. 2022. "Covid-19 Impact on Agricultural Workers", http://www.ncfh.org/msaws-and-covid-19.html

Office of Foreign Labor Certification, Department of Labor, US, 2021, "H-2A Temporary Agricultural Program, Selected Statistics, Fiscal Year (FY) 2021 Q1-Q4", https://www.dol.gov/sites/dolgov/files/ETA/oflc/pdfs/H-2A_Selected_Statistics_FY2021_Q4.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 2020. Segundo informe de labores, 1 de septiembre 2020, https://www.gob.mx/stps/documentos/segundo-informe-de-labores-251090?tab=

CAPÍTULO 8

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN CINCO VARIEDADES DE AVENA A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, ORGÁNICA Y MINERAL

Data de aceite: 02/05/2022

Jesús García Pereyra
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango

Sergio de los Santos Villalobos
Instituto Tecnológico de Sonora

Rosa Bertha Rubio Graciano
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango

Gabriel N. Aviña Martínez
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango

Fannie Isela Parra Cota
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados en rendimiento de forraje seco en ton ha^{-1}, la calidad forrajera en contenido de proteína cruda, cenizas, grasa, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA) en % en cinco variedades de avena (*Avena sativa L.)* Chihuahua, Cuauhtémoc, Avemex, Cevamex y Karma. Los genotipos fueron sembrados durante el ciclo de primavera –verano en el año 2013 en la estación experimental del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, en la localidad de Durango, México. Para la evaluación se utilizaron tres diferentes dosis de fertilización: orgánica-líquido a una dosis de 20 L ha^{-1}, con una composición de 11.4, 2.0 y 6 .0 en % de N, P, K. La fertilización mineral fue empleando la fórmula 120-60-00 a una dosis de 100, 60, 00 en kg ha^{-1}, el estiércol de bovino composteado adicionando una dosis de 4.0 ton ha^{-1}, adicionalmente en campo se evaluaron la altura de planta en cm, el número de espigas por planta, numero de granos por espiga, rendimiento de grano en ton ha^{-1}. Se evaluó la fertilidad del suelo bajo la norma 021-RECNAT-2000. Para la evaluación de la calidad forrajera en cuanto a contenido de proteína, cenizas y grasas, se empleó el equipo Instalab 700® de Dickey John.

INTRODUCCION

La avena (*Avena sativa L.*) se considera como el sexto cereal más importante del mundo en producción de grano después del trigo (*Triticum aestivum L.*), maíz (*Zea mays L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), cebada (*Hordeum vulgare L.*) y el sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) (Salmerón *et al., 2003*), con una producción anual de 69 millones toneladas de avena de grano (https://blogagricultura.com/estadisticas-avena-grano-mexico/). En México, en el año 2020, se sembraron 124,741 hectáreas para avena forrajera obteniéndose una producción de 3, 103,742 toneladas y un rendimiento promedio de 24.9 t ha^{-1} en fresco; para grano el rendimiento promedio en México es de 2.0 toneladas por hectárea (Amado *et al., 2000*). La avena forrajera ocupa el tercer lugar en producción de veinticuatro cultivos que se emplean para forraje

en México, representando el 9.8% de producción total, con respecto a los otros cultivos. Los primeros lugares son ocupados por los pastos y la alfalfa verde que cuentan con el 41.9% y 27.2% de la producción. Chihuahua es el principal estado productor de avena forrajera, con el 31.3% de la producción entre los años de 2007 a 2009. Durango ocupa el segundo lugar nacional en cuanto a superficie sembrada de avena forrajera, con el 15.5%, el Estado de México ocupó la tercera posición con el 14.3%. En seguida encontramos a Zacatecas y Coahuila con el 13.2% y 5.5% respectivamente con variedades de alto valor forrajero como Karma, Avemex, Cevamex, Cuauhtémoc y Anáhuac. La deficiencia en el mercado de forrajes con alto valor proteico en México, permite que el cultivo de la avena sea de alto valor económico y presenta una opción rentable de siembra para los productores de las zonas de temporal, siendo la más demandada la que se empaca y se comercializa en estado seco.

En Durango la producción promedio para avena de grano es 2.2 ton ha^{-1} y para forraje seco de 220 pacas de 30 kg, presenta buen contenido de proteína, con un ciclo de producción de 120 a 150 días de siembra al corte Cuadro 1.

Forraje	Forraje seco Ton ha^{-1}	Proteína cruda %	Fibra cruda %	Altura corte m	Días al corte
Triticale	11.06	5.15	29.63	1.28	150
Avena	10.08	7.28	27.27	1.45	128

Cuadro 1. Producción forrajera y contenido de proteína y fibra cruda de dos variedades de cereales.

Se considera una avena de calidad forrajera cuando el peso hectolitrico del grano es mayor a 50 kg/hl (*Trombetta, 2001*). Otros autores han encontrado rendimientos en el forraje de avena en Chihuahua ciudad del norte de Mexico, de 2.0 a 3.0 t de forraje seco ha^{-1} (Ávila et al., 2006), con un contenido de proteína cruda (PC) menor de 10.5 %, el de fibra detergente neutro (FDN) mayor a 61.4 %.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se efectuaron de agosto a diciembre de 2013. Se empleó un fertilizante foliar con alto contenido de nitrógeno, fosforo y potasio Byfolan®, aplicando 2.5 ml por litro de agua en mochila aspersor de 20 litros por ha, aplicándose por medio de aspersión manual antes de que la planta presentara una altura de 20 centímetros (para la fertilización liquida), una sola aspersión. Para la fertilización química fueron empleados 20 gramos por parcela de la fórmula 120-60-00 y para el uso del estiércol fue una sola dosis de 4 ton ha^{-1}. Las malezas que se presentaron en las parcelas: zacate, acahual, amarantillo, aceitillo y quelite principalmente, los trabajos de campo fueron los normales: delimitación del área, preparación de melgas y bordeado, siembra y fertilización, se aplicaron dos riegos

espaciados. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar para 5 tratamientos (variedades de avena) con 4 repeticiones cuando se detectaron diferencias estadísticas se procedió a efectuar la comparación de medias por DMS a una a una $p \leq 0.05$. En cada parcela al final se efectuó una toma de muestra de análisis de suelo para lo cual se recorrieron los lotes al azar en forma de zig-zag y cada 15 o 30 pasos se tomó una sub muestra, limpiando la superficie del terreno y depositándola en un balde, bajo la norma oficial mexicana NOM-021 RECNAT, 2000 . Las sub muestras se tomaron entre 20 y 30 cm de profundidad. Luego de tener todas las sub muestras en el balde (de 15 a 20 por hectárea) se mezclaron homogéneamente y se tomó un kilogramo aproximadamente, para cada variedad correspondió un número identificador de suelo: Variedad de avena Chihuahua suelo 1, variedad Cuauhtémoc suelo 2, Avemex suelo 3, Cevamex suelo 4, Karma suelo 5. Esta es la muestra compuesta requerida para el análisis, se empleó el equipo de espectrofotometría de UV de Lamotte, 2012. Se determinan las variables en campo más significativas en altura de planta, numero de espigas por planta, numero de granos por espiga, y rendimiento del forraje seco por hectárea. En el laboratorio se determinaron la composición forrajera, proteína cruda en %, Cenizas, Grasa fibra detergente neutra y fibra detergente acida. Para el análisis de suelo al final de la siembra, se empleó el equipo (Smart 2, 2012) de Lamotte® y el software de interpretación de suelos Smart Pro, 2012, para lo cual se delimitaron los lotes experimentales en una superficie 20 x 20 m cada lote, los cuales se dividieron en unidades experimentales de 4 x 4 m, cada uno para un total de 4 unidades por lote. Los análisis físicos y químicos se efectuaron en el laboratorio de Biología Agrícola del Instituto tecnológico del Valle del Guadiana de Durango.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelos

Los resultados se aprecian en los Cuadros 2, y 3. Se muestran los resultados del análisis de nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, calcio, magnesio y los elementos menores hierro, cobre y manganeso.

Suelo	Textura	pH	Materia orgánica	
1	Franco arenoso	6.08	2.0	Alta
2	Franco arenoso	6.20	1.0	Baja
3	Arcillo arenoso	6.10	1.0	Baja
4	Franco arenoso	6.20	0.5	Baja
5	Franco arcilloso	6.47	2.0	Alta

Cuadro 2. Resultados en el análisis físico de los suelos para 5 variedades de avena ciclo de siembra de PV de 2013

En el cuadro 2, se aprecia que los suelos del área experimental presentaron diferencias en cuanto a textura, de franco arenoso a arcilloso arenoso, con variabilidad en el contenido de materia orgánica, en el caso de los suelos para la siembra de avena el pH debe oscilar entre 5 a 7, por lo que en este trabajo el pH fue de 6.1 en promedio.

En cuanto a fertilización del suelo, este se aprecia en el Cuadro 3.

Suelo	Nitrógeno		Fosforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Azufre	
						Kg ha^{-1}						
1	0.0	Bajo	0.0	Bajo	65.0	Alto	7000	Alto	512	Alto	75	Alto
2	0.0	Bajo	10.0	Bajo	60.0	Bajo	200	Bajo	600	Alto	70	Alto
3	16.8	Bajo	0.0	Bajo	30.0	Bajo	1700	Bajo	698	Alto	72	Alto
4	0.0	Bajo	0.0	Bajo	23.0	Bajo	3600	Alto	1700	Alto	6.7	Bajo
5	7.3	Bajo	17.2	Bajo	2.20	Bajo	3500	Alto	560	Alto	75	Alto

*Capa arable de 30 cm de profundidad del suelo

Cuadro 3. Promedio de elementos mayores nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre de los suelos, siembra de 5 variedades de avena.

En el Cuadro 3, se aprecia que los suelos son predominante pobres en macro fertilizantes a base de nitrógeno, fosforo, potasio y azufre, muy fértiles en contenido de calcio y magnesio, son suelos de color en húmedo de amarillo pálido a seco verde olivo.

Las caracteristicas agronomicas evaluadas cuando el grano se encontraba en estado lechoso masoso se muestran en el cuadro 4.

Variedad	Altura (cm)	Numero de espigas x planta *	Numero de granos x espiga	Peso del forraje seco g/m^2	Peso del grano G/m^2
Chihuahua	80.0	3	12	1200 c	420
Cuauhtémoc	122.0	4	11	1416 a	380
Avemex	115.0	4	15	1400 a	550
Cevamex	98.0	4	16	1300 ab	280
Karma	81.0	4	12	1200 c	350
Promedio	99.20	4	13	1869.6	396

- El promedio del número de espigas por metro cuadrado fue de 350 a 400

Cuadro 4. Resultados experimentales de siembra de cinco variedades de avena.

En el cuadro 4, se aprecia que el mayor rendimiento fue para las variedades de avena Cuauhtémoc y Avemex con 1416 y 1400 g/m^2, siendo estas variedades las que presentaron mayor altura con 122 y 115 cm a madurez comercial respectivamente. En el peso del grano la variedad de avena Avemex fue la mejor con un rendimiento de 550

g/m^2, para la variable número de espigas por planta todas las variedades presentaron comportamientos similares.

Calidad forrajera

Los resultados en cuanto a la cantidad de proteína cruda (PC) presente, cenizas, grasa, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) y contenido de cenizas se aprecian en el Cuadro 5.

Variedad	Proteína cruda (cm)	Cenizas (%)	Grasa (%)	FDN (%)	FDA (%)
Chihuahua	5.3	6.4	3.2	58.8	36.5
Cuauhtémoc	3.5	4.5	3.4	47.1	28.6
Avemex	4.3	5.1	3.1	51.0	24.6
Cevamex	5.2	6.1	3.0	52.6	28.0
Karma	3.7	4.0	3.1	46.9	35.0
Promedio	4.4	5.22	3.1	50.2	31.8

Cuadro 5. Calidad del forraje promedio de avena.

En el cuadro 5, se aprecia que la cantidad de proteína presentó variaciones entre 3.5 a 5.3 % de proteína siendo la variedad Cuauhtémoc la de mayor contenido con 5.3 %. El contenido de cenizas que representa la materia inorgánica con contenido de carbono oscilo entre 4.0 a 6.1, en contenido de grasa las variedades evaluadas presentaron los mismos contenidos. En fibra detergente neutra la variedad de avena Chihuahua fue la que presentó el mayor contenido con 58.8 % y Karma la de menor valor con un contenido de 46.9 %. En Fibra detergente neutra la variedad Chihuahua fue la de mayor valor con 36.5 y la variedad Avemex fue la de menor valor con 24.6 % respectivamente.

CONCLUSIONES

Las variedades de Avena: Cuauhtémoc y Avemex, presentaron los más altos rendimientos de forraje seco, con la diferencia de que la variedad Avemex, presentó los valores más altos de rendimiento de grano que las demás variedades en estudio, por lo que Avemex se recomienda para siembra de doble propósito ya sea para grano o para forraje, así como por su calidad forrajera al presentar una fibra detergente neutra y acida aceptable, lo que garantiza una buena digestión de la fibra para el ganado.

REFERENCIAS

Ávila M M R, R Gutiérrez G, J J Salmerón Z, P Fernández H, D Domínguez D (2006) Diagnóstico del sistema de producción de avena temporal en Chihuahua. Folleto Técnico No. 22. CE-SICH-CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 43 p.

Amado, A. J. P.,P. Ortiz F. y Salmerón Z. J. J. 2000. Manejo agronómico de la avena en la sierra de Chihuahua (Variedades, agua, densidad de siembra y fertilización mayor). Folleto científico No. 7. SAGAR- INIFAP- CESICH.

Coblentz W K, R P Walgenbach (2010). Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States. J. Anim. Sci. 88:383-399.

Salmerón Z J J, F J Meda, J R Bárcena (2003) Variedades de avena y calidad nutricional del forraje. Folleto Técnico No. 17. CESICH- CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 43 p

Smart 2. 2012. Manual de análisis de suelos. Lamotte. www.lamotte.com

Trombetta, R. 2001. Avena bajo contrato: lo que hay que saber. En: Forrajes & Granos Agribusiness Journal Nº 63 p. 40-43

CAPÍTULO 9

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL.I. ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS FAVORÁVEIS

Data de aceite: 02/05/2022

Rafael Mingoti
Embrapa Territorial
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3479283038505977

Maria Conceição Peres Young Pessoa
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
http://lattes.cnpq.br/7609273004875279

Jeanne Scardini Marinho-Prado
Laboratório de Quarentena "Costa Lima"/
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/8742593129238690

Bárbara de Oliveira Jacomo
Bolsista Embrapa Territorial/graduanda
Ciências Biológicas, UNICAMP
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/9208682264184448

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos
Embrapa Semiárido
Petrolina - Pernambuco
http://lattes.cnpq.br/6606136052148527

Catarina de Araújo Siqueira
Bolsista Embrapa Territorial/graduanda
Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/1756072292762781

Tainara Gimenes Damaceno
Bolsista Embrapa Territorial/graduanda
Geografia, UNICAMP
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/7865891732563110

RESUMO: Este trabalho apresenta os zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis ao melhor desenvolvimento do parasitoide *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), considerando seu possível uso como bioagente de controle de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). Este inseto-praga possui grande gama de cultivos hospedeiros e é considerado de importância econômica no Brasil. O controle químico é sua principal estratégia de controle, porém altos custos e problemas de resistência demandam novas alternativas. Dados de literatura sobre os fatores abióticos favoráveis ao maior desenvolvimento de *D. suzukii* (temperaturas médias de 20-25ºC e umidade relativa de 60-80%) e de *G. brasiliensis* (temperaturas médias de 19,9-27,5ºC e umidade relativa de 40-80%) foram utilizados. Informações nacionais de áreas com os cultivos hospedeiros do inseto-praga e de médias mensais de informações climáticas (período de 2009 a 2018) também foram consideradas. Os zoneamentos mensais apontaram aptidão à ocorrência do parasitoide em todas as áreas aptas também à ocorrência de *D. suzukii*. As favorabilidades foram observadas em todas as regiões do país, embora as áreas potencialmente acometidas variando conforme as condições climáticas de cada mês. A ausência de aptidões foi identificada somente em cinco meses na região Norte e em um mês na região Sul. As regiões Norte e Nordeste apresentaram maiores quantidades de estados favoráveis a *G. brasiliensis* no mês de julho. As maiores favorabilidades ocorreram em sete meses consecutivos tanto na região Centro-Oeste

quanto na região Sul, bem como durante o ano todo na região Sudeste.
PALAVRAS-CHAVE: Drosófila-da-asa-manchada (DAM), controle biológico, SIG, defesa fitossanitária, Brasil.

ABSTRACT: This work presents the monthly territorial zoning maps of favorable Brazilian areas for the best development of the parasitoid *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), considering its possible use as a biocontrol agent of *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). This insect pest has a wide range of host crops, and it is considered of economic importance in Brazil. Chemical control is the primary control strategy, but high costs and resistance problems demand new alternatives. Literature data on abiotic factors favorable to the greater development of *D. suzukii* (average temperature of 20-25ºC and relative humidity of 60-80%) and *G. brasiliensis* (average temperature of 19.9-27.5ºC and relative humidity of 40-80%) were used. National information of areas with host crops of the insect pest and of monthly average of climatic information (from 2009 to 2018) was also considered. The monthly zoning indicated aptitude for the occurrence of the parasitoid in all areas also favorable for the occurrence of *D. suzukii*. The suitability was observed in all regions, although the potentially favorable areas varied according to each month's climatic conditions. The absence of aptitudes was observed only for five months in the Northern and for one month in the Southern regions. The Northern and the Northeastern regions showed the highest number of states favorable to *G. brasiliensis* in July. The greatest favorability occurred in seven consecutive months in both Midwestern and Southern regions, and throughout the year in the Southeastern region.
KEYWORDS: Spotted wing drosophila (SWD), biological control, GIS, crop protection, Brazil.

1 | INTRODUÇÃO

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) é praga exótica e de importância econômica para o Brasil, onde também é conhecida como Drosófila-da-Asa-Manchada (DAM), mosca-da-cereja ou mosca-do-vinagre (SCHLESENER et al; 2015 NAVA et al, 2015). Originária do sudeste da Ásia, DAM é considerada uma das mais importantes pragas de pequenas frutas em diferentes países na América do Norte, América do Sul, Ásia e Europa (SANTOS, 2014; SCHLESENER et al, 2015; NAVA et al, 2015; WOLLMANN et al, 2020). O inseto-praga possui grande gama de cultivos-hospedeiros, entre eles mirtilo, morango, framboesa, pêssego, uva, amora, cereja, ameixa, caqui, figo, amora-preta, citros, embora também citados ataques ocorrendo em damasco, nectarina, seiva de carvalhos e flores (BORTONCELLO et al., 2019; CORNELL UNIVERSITY, 2017; MATEUS et al, 2016; WANG et al., 2016; WILMAN et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; WALSH et al, 2011; BOLDA et al., 2010).

Os danos da DAM variam de 2 a 100% e, além de variar conforme o cultivo hospedeiro e manejo, são causados tanto de forma direta pelas oviposições, em decorrência do consumo interno dos frutos (polpas) ou formações de galerias internas causadas pelas larvas, quanto de forma indireta, dado que favorecem a ocorrência de fitopatógenos nas

frutas (WANG et al., 2020c; CORNELL UNIVERSITY, 2017; ANDREAZZA et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; COATES, 2009; BOLDA et al., 2010). A aplicação de produtos químicos ainda é a principal estratégia utilizada para o controle de *D. suzukii*, mas aplicações constantes elevam o custo de produção, prejudicam a ação dos inimigos naturais no campo e têm levado ao desenvolvimento de populações resistentes da praga (SCHLESENER et al 2019; VIEIRA et al., 2020; WANG et al 2020b; WANG et al 2020c).

Para apoiar as ações de programas de manejo desse inseto-praga no Brasil, zoneamentos territoriais de áreas favoráveis à maior ocorrência de *D. suzukii* foram realizados considerando 12 cultivos hospedeiros de importância econômica (ameixa, amora, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), figo, morango, nectarina, pera, pêssego e uva) (MINGOTI et al., 2021) e foram avaliadas alternativas de controle químico utilizados no país e no exterior (RAMOS et al., 2021; FERRACINI et al., 2020). Estratégias de controle biológico também vêm sendo prospectadas e avaliadas pelo projeto, fundamentadas em literatura técnico-científica disponível (WANG et al., 2020a,b,c; HOUGARDY et al., 2019; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; NAVA et al., 2015; KACSOH; SCHLENKE, 2012; GUIMARÃES et al., 2004). Desse modo, *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), parasitoide larval de *D. suzukii*, destaca-se como bioagente promissor porque tem apresentado alto potencial para controle de DAM em países asiáticos, além do fato de que o gênero *Ganaspis* sp. encontra-se presente no Brasil (WANG et al., 2020a,b,c; HOUGARDY et al., 2019; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; NAVA et al., 2015; KACSOH; SCHLENKE, 2012; GUIMARÃES et al., 2004).

Este capítulo apresenta resultados da elaboração do zoneamento territorial de áreas favoráveis a *G. brasiliensis* e à *D. suzukii* no território nacional utilizando condições de temperatura e umidade relativa favoráveis ao maior desenvolvimento de *G. brasiliensis*.

2 | ZONEAMENTOS TERRITORIAIS MENSAIS DE *Ganaspis brasiliensis*

Os zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis ao maior desenvolvimento do parasitoide *G. brasiliensis*, selecionado como potencial agente de controle biológico de *Drosophila suzukii*, foram realizados. Na indisponibilidade de dados de demandas térmicas de *G. brasiliensis* coletados no Brasil, as demandas térmicas consideradas nas estimativas aqui realizadas foram as apresentadas por Hougardy et al. (2019) para *G. ganaspis* de populações coletadas na China e na Coreia do Sul.

Os zoneamentos consideraram dados biológicos de literatura sobre os fatores abióticos (temperatura (T) e umidade relativa (UR)) favoráveis ao maior desenvolvimento de ambos insetos (praga: T= 20 a 25ºC e UR= 60 a 80%; e parasitoide: T= 19,9 a 27,5ºC e UR= 40 a 80%) (KANZAWA, 1939 *apud* WALSH et al., 2011; HOUGARDY et al., 2019; MINGOTI et al., 2021), bem como informações nacionais de áreas com os cultivos hospedeiros do

inseto-praga, tais como a ameixa, amora, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), figo, morango, nectarina, pera, pêssego e uva (IBGE, 2017), além de informações climáticas médias mensais de T e UR no período de 2009 a 2018, para todo o pais (BDMEP/INMET, 2020) (MINGOTI et al., 2021).

Os dados do INMET foram armazenados em Planilha do Microsoft Excel (v.2013), onde foram realizados cálculos de médias e desvios padrões das Tmax e Tmin e das URmed mensais e anual. Posteriormente, foram convertidos para geodatabase em aplicativo ArcGIS (versão 10.7). Os dados intermediários foram interpolados no mesmo aplicativo, por método de cokrigagem em grade de pontos (100 km de distância). Para a interpolação dos desvios padrões utilizou- se o método *Inverse Distance Weighted* (IDW), com fator de ponderação igual a dois. As condições climáticas (T e UR) que expressam as maiores favorabilidades de cada inseto (praga e parasitoide) foram utilizadas na reclassificação e convertidas para polígonos de cada variável mensal. Os dados municipais de áreas com os cultivos hospedeiros registrados em 2017, obtidas no SIDRA/IBGE, foram disponibilizados em planilhas Excel, separadamente, para permitir unificar esses atributos a cada município do *shapefile* da malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018). Os cruzamentos dos planos de cada inseto (praga e parasitoide) foram realizados para cada mês, separadamente, onde as áreas territoriais brasileiras favoráveis às respectivas possibilidades de maior ocorrência de cada um foram quantificadas (em Km^2). Cada cruzamento mensal resultante disponibilizou o respectivo zoneamento mensal do parasitoide *G. brasiliensis.* Posteriormente, o Excel foi utilizado para tabular os resultados mensais obtidos de cada zoneamento e para analisá-los.

De forma geral, observou-se a favorabilidade de ocorrência de *G. brasiliensis* em todas as regiões do país coincidentes mensalmente com os respectivos zoneamentos mensais de D. suzukii (MINGOTI et al., 2021), variando as áreas potencialmente acometidas também em função das condições climáticas do mês. Nos meses de **janeiro** (**Figura 1a**) notou-se o predomínio de áreas favoráveis a *G. brasiliensis* nos cultivos avaliados nas regiões Sul (1067 municípios) e Sudeste (979), sendo que na região Norte somente um município do Tocantins expressou favorabilidade, enquanto na região Nordeste 67 municípios da Bahia a apresentou.

Na região Sul foi observada favorabilidade a *G. brasiliensis* em 476 municípios no Rio Grande do Sul, 353 no Paraná e 238 em Santa Catarina, enquanto na região Sudeste em 455 municípios de Minas Gerais, 430 de São Paulo, 53 do Rio de janeiro e 42 do Espirito Santo. Na região Centro-Oeste foi observada favorabilidade a *G. brasiliensis* em 80 municípios, sendo no Distrito Federal, 60 em Goiás, 17 no Mato Grosso do Sul e dois no Mato Grosso. Em **fevereiro** (**Figura 1b**) foram observadas aptidão à ocorrência em 2039 municípios, sendo 1067 no Sul, 880 no Sudeste, 75 na região Centro-Oeste, 12 na Nordeste e seis na Norte. Na região Sul predominou favorabilidade a *G. brasiliensis* no Rio Grande do Sul (476), Paraná (353) e Santa Catarina (238), enquanto na região Sudeste

foram observadas nos estados de São Paulo (430), Minas Gerais (410), Rio de Janeiro (37) e Espírito Santo (3).

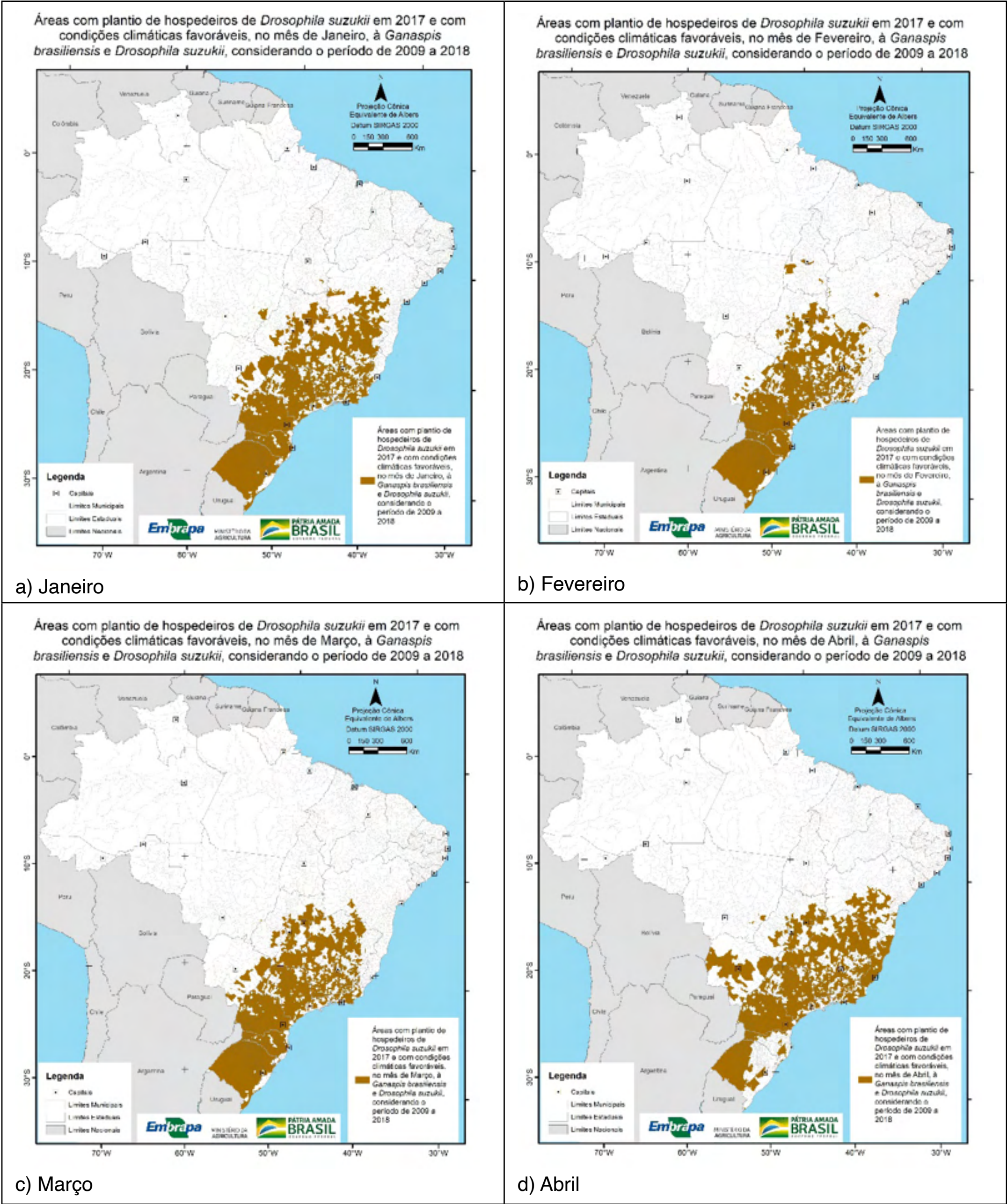


Figura 1. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis ao maior desenvolvimento de *Ganaspis brasiliensis* concomitantemente ao de *Drosophila suzukii*, considerando os 12 cultivos-hospedeiros avaliados e as condições climáticas dos meses de: a) janeiro; b) fevereiro; c) março; e d) abril.

Na região Nordeste somente o estado da Bahia expressou favorabilidade ao parasitoide nos cultivos atacados (12 municípios), enquanto na região Norte somente seis municípios do Tocantins. Na região Centro-Oeste a favorabilidade foi observada em 60 municípios de Goiás, 12 do Mato grosso do Sul e em um município do Mato Grosso, como também no Distrito Federal. No mês de **março** (**Figura 1c**) foi observada favorabilidade em 2077 municípios, sendo 1059 na região Sul (com 476 no Rio Grande do Sul, 353 no Paraná e 230 em Santa Catarina) e 927 na região Sudeste (com 431 em Minas Gerais, 430 em São Paulo, 52 no Rio de Janeiro e 14 no Espirito Santo). Na região Nordeste foi observada favorabilidade a *G. brasiliensis* somente em 14 municípios da Bahia, enquanto na região Centro-Oeste em 77 municípios, sendo 60 em Goiás, 15 no Mato Grosso do Sul e um no Mato Grosso, além do Distrito Federal. No mês de março não foi observada favorabilidade na região Norte. Em **abril** (**Figura 1d**) maior favorabilidade foi observada na região Sudeste (1005 municípios), predominando em Minas Gerais (455) e São Paulo (430), embora ocorrendo também no Espirito Santo (68) e Rio de Janeiro (52). Não foi observada favorabilidade na região Norte nesse mês. Na região Nordeste foi observada favorabilidade somente em 96 municípios da Bahia, enquanto na região Centro-Oeste em 89 municípios, sendo 60 em Goiás, 26 no Mato Grosso do Sul e dois no Mato Grosso, além do Distrito Federal. Foi observada favorabilidade ao parasitoide em 782 municípios da região Sul (com 353 no Paraná, 263 no Rio Grande do Sul e 166 em Santa Catarina).

Em **maio** (**Figura 2a**) observou-se o aumento de áreas favoráveis nas regiões Sudeste (583), Nordeste (266) e Centro-Oeste (129), com expressiva redução na quantidade de municípios favoráveis a *G. brasiliensis* observada na região Sul (seis somente no estado do Paraná).

Ainda em **maio**, a região Norte apresentou apenas 16 municípios do estado de Rondônia aptos a ocorrência de *G. brasiliensis*. Na região Sudeste observou-se favorabilidade nos estados de Minas Gerais (271), São Paulo (208), Espírito Santo (68) e Rio de Janeiro (36), enquanto na região Nordeste estas foram observadas para Bahia (169), Alagoas (47), Pernambuco (42), Sergipe (sete) e Pernambuco (um). No Centro-Oeste a favorabilidade a *G. brasiliensis* foi observada em Goiás (60), Mato Grosso (42), Mato Grosso do Sul (26) e no Distrito Federal. Já no mês de **junho** (**Figura 2b**) não foi observada favorabilidade na região Sul, mas ocorreram nas regiões Sudeste (426), Nordeste (285), Centro-Oeste (135) e Norte (38). No Sudeste foram observadas em Minas Gerais (209), São Paulo (123), Espírito Santo (68) e no Rio de Janeiro (26), enquanto no Nordeste predominaram na Bahia (165), ocorrendo também em Pernambuco (48), Paraíba (30), Rio Grande do Norte (14), Ceará (14), Alagoas (13) e Sergipe (1). Na região Centro-Oeste foram observadas em Goiás (60), Mato Grosso (55), Mato Grosso do Sul (19) e no Distrito Federal, enquanto na região Norte registradas nos estados de Rondônia (36), Pará e Tocantins, cada um destes últimos com um município apto.

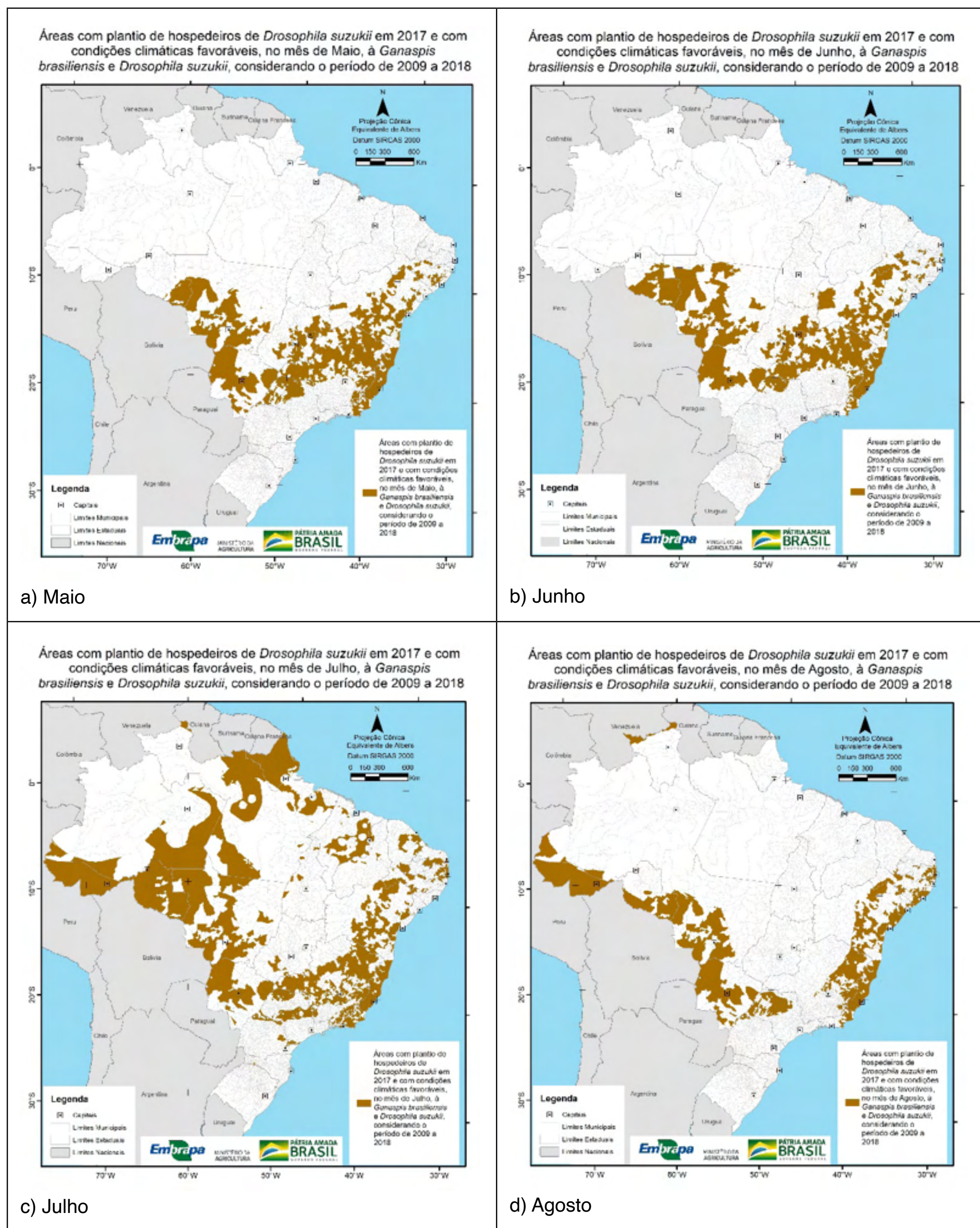


Figura 2. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis ao maior desenvolvimento de *Ganaspis brasiliensis* concomitantemente ao de *Drosophila suzukii*, considerando os 12 cultivos-hospedeiros avaliados e as condições climáticas dos meses de: a) maio; b) junho; c) julho; e d) agosto.

Em **julho** (**Figura 2c**) foram observados 1510 municípios favoráveis a *G. brasiliensis*

nos cultivos avaliados. Grandes áreas favoráveis foram registradas na Região Norte (173 municípios distribuídos nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e nos nove estados da região Nordeste (totalizando 484 municípios), assim como o retorno do aparecimento de áreas favoráveis na região Sul (com 58 municípios distribuídos nos estados de Paraná e Santa Catarina) e a ausência de ocorrência no Distrito Federal**.** Na região Sudeste foram observados 711 municípios favoráveis a *G. brasiliensis*, distribuídos nos estados do Espirito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Em **agosto** (**Figura 2d**) foi observada a redução de áreas favoráveis ao parasitoide na região Norte (61) (mantidas em Roraima (4), Acre (22), Amazonas (5) e Rondônia (30)), assim como a potencial ocorrência em sete estados da região Nordeste (Bahia (161), Alagoas (59), Pernambuco (58), Paraíba (57), Sergipe (25), Rio Grande do Norte (16) e Ceará (6)) e nos quatro estados da região Sudeste (São Paulo (212), Minas Gerais (166), Espírito Santo (68) e Rio de Janeiro (25)). Na região Sul a favorabilidade a *G. brasiliensis* foi evidenciada apenas para o estado do Paraná (17), enquanto na região Centro-Oeste para áreas dos estados de Mato Grosso do Sul (25) e Mato Grosso (35).

Em **setembro** (**Figura 3a**), essa última região expressou favorabilidade à ocorrência de *G. brasiliensis* no Mato Grosso do Sul (26 municípios), sendo notada a ausência de aptidão ao melhor desenvolvimento do parasitoide na região Norte e a aptidão apenas do Paraná (257) na região Sul**.** A favorabilidade à ocorrência na região Sudeste (908) foi evidenciada nos estados de São Paulo (428), Minas Gerais (360), Espírito Santo (68) e Rio de Janeiro (52). Na região Nordeste foram registradas aptidões nos estados da Bahia (143), Alagoas (60), Pernambuco (51), Paraíba (30) e Sergipe (25). A favorabilidade de todos os estados da região Sul ao parasitoide *G. brasiliensis* volta a ser notada a partir de **outubro** (**Figura 3b**) e foi mantida até **dezembro** (**Figura 3b, c, d**), enquanto no mesmo período é ausente na região Norte, exceto em **dezembro** (**Figura 3d**) onde nota-se a favorabilidade ocorrendo no estado do Tocantins**.** Em **outubro** (**Figura 3a**) nota-se a expressiva área favorável nas regiões Sudeste (999) e Sul (562), onde na primeira foram observadas nos estados de Minas Gerais (449), São Paulo (430), Espírito Santo (68) e Rio de Janeiro (52) e na segunda nos estados do Paraná (351), Rio Grande do Sul (123) e Santa Catarina (88). Na região Nordeste (171) foram observadas nos estados da Bahia (129), Alagoas (23), Pernambuco (14) e Sergipe (cinco), enquanto na região Centro-Oeste foi notada nos estados de Goiás (43) e Mato Grosso do Sul (22), além do Distrito Federal.

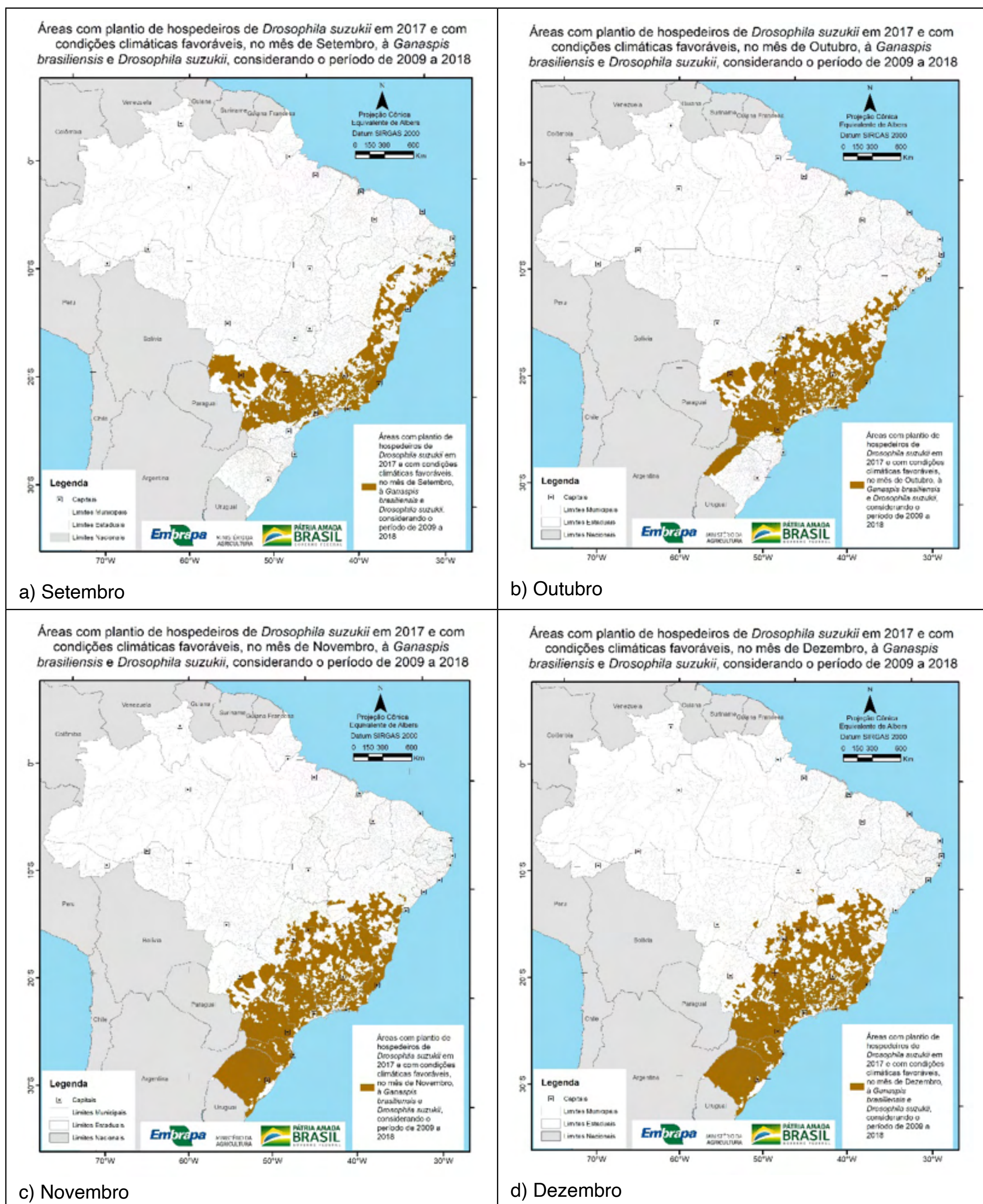


Figura 3. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis ao maior desenvolvimento de *Ganaspis brasiliensis* concomitantemente ao de *Drosophila suzukii*, considerando os 12 cultivos-hospedeiros avaliados e as condições climáticas dos meses de: a) setembro; b) outubro; c) novembro; e d) dezembro.

No mês de **novembro** (**Figura 3c**) foram observados 2288 municípios favoráveis

a *G. brasiliensis* nos cultivos avaliados, sendo 1067 na região Sul (no Rio Grande do Sul (476), Paraná (353) e Santa Catarina (238)), Sudeste (Minas Gerais (455), São Paulo (430), Espirito Santo (68) e Rio de Janeiro (52)), Nordeste (137 municípios na Bahia) e no Centro-Oeste (Goiás (60), Mato Grosso do Sul (18) e Distrito Federal). No mês de **dezembro** (**Figura 3d**) foram observados 2255 municípios favoráveis ao parasitoide nos cultivos avaliados, sendo 1067 na região Sul (Rio Grande do Sul (476), Paraná (353) e Santa Catarina (238)), 1005 na região Sudeste (Minas Gerais (455), São Paulo (430), Espírito Santo (68) e Rio de Janeiro (52)), 107 na região Nordeste (todos na Bahia), 75 na região Centro-Oeste (Goiás (60), Mato Grosso do Sul (13) e Mato Grosso (1) e no Distrito Federal) e um na região Norte (no Tocantins). De modo geral, observou-se que o estado do Tocantins apresentou maior quantidade de meses favoráveis a *G. brasiliensis* na região Norte, sendo que na região Nordeste o estado da Bahia apresentou favorabilidade ao parasitoide o ano todo; o mesmo foi registrado no Centro-Oeste para o estado do Mato Grosso do Sul e para todos estados da região Sudeste (**Tabela 1**).Na região Sul, o estado do Paraná apresentou 11 meses de favorabilidade a maior ocorrência de *G. brasiliensis*, enquanto na região Sudeste todos os estados apresentaram áreas favoráveis a ocorrência do parasitoide durante todo o ano (**Tabela 1**)**.** As quantidades mensais de municípios favoráveis ao melhor desenvolvimento do parasitoide *G. brasiliensis* por região geográfica do país pode ser observada ao longo do ano (**Figura 4**).

O zoneamento de áreas favoráveis ao maior desenvolvimento de *G. brasiliensis* no seu hospedeiro *Drosophila suzukii*, em **pelo menos um mês ao ano**, considerando os zoneamentos mensais obtidos, foi realizado e apresentado (**Figura 5**)**.** Nele, nota-se a grande favorabilidade à ocorrência do parasitoide *G. brasiliensis* nos estados das regiões Sul e Sudeste, como também áreas significativas nos estados do Norte e Centro Oeste. Áreas esparsas nos estados da região Nordeste também foram observadas e notadas, em grande parte, na Bahia**.**

	Região Norte	Região Nordeste	Região Centro-Oeste	Região Sul	Região Sudeste
JAN	TO	BA	DF,GO,MS,MT	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
FEV	TO	BA	DF,GO,MS,MT	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
MAR	n.f.	BA	DF,GO,MS,MT	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
ABR	n.f.	BA	DF,GO,MS,MT	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
MAI	RO	AL,BA,PB,PE, SE	DF,GO,MS,MT	PR	ES,MG,RJ,SP
JUN	PA,RO,TO	AL,BA,CE,PB, PE,RN,SE	DF,GO,MS,MT	n.f.	ES,MG,RJ,SP
JUL	AC,AM,AP,PA, RO,RR,TO	AL,BA,CE,MA, PB,PE,PI,RN, SE	GO,MS,MT	PR,SC	ES,MG,RJ,SP
AGO	AC,AM,RO,RR	AL,BA,CE,PB, PE,RN,SE	MS,MT	PR	ES,MG,RJ,SP
SET	n.f.	AL,BA,PB,PE, SE	MS	PR	ES,MG,RJ,SP
OUT	n.f.	AL,BA,PE,SE	DF,GO,MS	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
NOV	n.f.	BA	DF,GO,MS	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP
DEZ	TO	BA	DF,GO,MS,MT	PR,RS,SC	ES,MG,RJ,SP

Legenda: n.f. = não favorável

Tabela 1. Estados, por região geográfica do país, que registraram favorabilidade à maior ocorrência de *Ganaspis brasiliensis*, independentemente do número de municípios com registros.

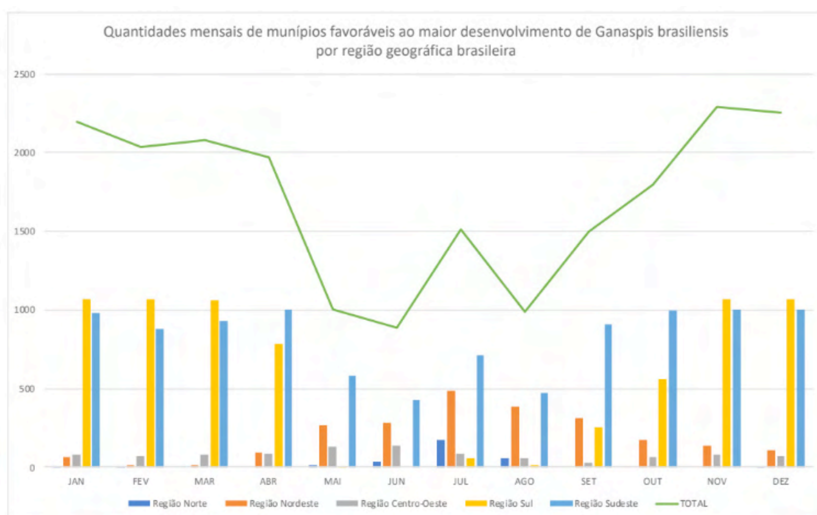


Figura 4. Quantidades de municípios favoráveis ao maior desenvolvimento do parasitoide *Ganaspis brasiliensis* por região geográfica brasileira ao longo do ano.

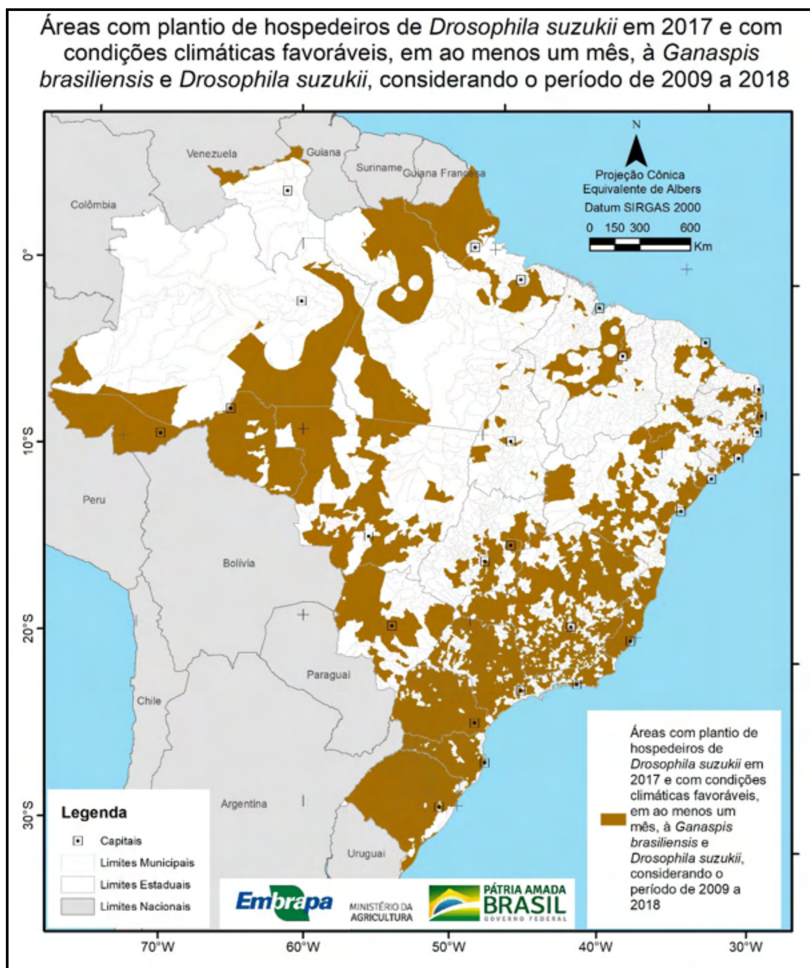


Figura 5. Zoneamento de áreas favoráveis ao maior desenvolvimento de *Ganaspis brasiliensis* em pelo menos um mês do ano, considerando condições climáticas favoráveis e cultivos hospedeiros de *Drosophila suzukii*.

3 | COMENTÁRIOS FINAIS

Os zoneamentos mensais de áreas favoráveis ao melhor desenvolvimento de *G. brasiliensis* no território nacional, considerando dados climáticos nacionais e áreas aptas a *D. suzukii* em 12 cultivos hospedeiros de importância econômica (ameixa, amora, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), figo, morango, nectarina, pera, pêssego e uva), apontaram aptidão à ocorrência do parasitoide em todas as áreas aptas também à ocorrência do inseto-praga; observadas em todas as regiões do país, variando as áreas potencialmente acometidas em função das condições climáticas do mês.

A ausência de aptidão foi identificada em cinco meses na região Norte e em apenas um mês na região Sul. As regiões Norte e Nordeste apresentaram maiores quantidades de

estados favoráveis a *G. brasiliensis* no mês de julho, enquanto as maiores favorabilidades nas regiões Centro-Oeste e Sul deram-se em sete meses consecutivos e na região Sudeste durante o ano todo.

REFERÊNCIAS

ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A.; BOTTON, M.; VALGAS, R. A.; RITSCHEL, P. S.; MAIA, J. D. G.; NAVA, D. E. Suscetibilidade de bagas de genótipos de videira pela infestação por *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n.5, p. 599-606, 2016.

BOLDA, M. P.; GOODHUE, R. E.; ZALOM, F.G.; Spotted-wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. **Agricultural and Resource Economics Update**, Univ. Calif. Giannini Foundation Agric. Econ. v.13, n.3, p.5-8, 2010.

BORTONCELLO, A.; FOPPA, F.; BORBA, R. da S. Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) em pêssego**. Revista Thema**, v.16, n.4, p. 865-877, 2019.

BUFFINGTON, M.L.; FORSHAGE, M. Redescription of Ganaspis brasiliensis (Ihering, 1905), new combination (Hymenoptera: Figitidae), a natural enemy of the invasive *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 118, p. 1–13. 2016.

COATES, B. Spotted wing drosophila: host observations. In: **Spotted wing drosophila meeting**, 2., nov. 2009, Davis, CA. USA Presentations… Davis, CA: UC IPM, 2009. Disponível em: http://www.ipm.ucdavis.edu/IPMPROJECT/SWD/Spotted-Wing-Drosophila-Host-Observations.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

CORNELL UNIVERSITY. **Economic and Environmental impact – Spotted Wing Drosophila**, Cornell Fruit Resources- Resources for commercial growers. 2p. 2017.

FERRACINI, V.L.; PESSOA, M. C.P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de *Aleurocanthus woglumi* e de *Drosophila suzukii*.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, 74p. (Relatório Técnico de comprovação de resultados do projeto DefesaInsetos). 2020.

GIROD, P. **From Asia to Europe, evaluation of parasitoids for the biological control of the invasive fruit pest *Drosophila suzukii*.** University of Neuchâtel, Switzerland Faculty of Science, Department of Biology Interuniversity Doctoral Program in Organismal Biology. 151 p. 2018.

GUIMARÃES, J. A., FILHO, M. F. D. S.; RAGA, A.; ZUCCHI, E R. A. Levantamento e interações tritróficas de figitídeos (Hymenoptera: Eucoilinae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico**, 71:51–56. 2004.

HOUGARDY, E.; HOGG, B. N.; WANG, X.; DAANE, K. M. Comparison of thermal performances of two Asian larval parasitoids of Drosophila suzukii. **Biological Control**, v. 136, 6 p. 2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/ malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/ Brasi l/BR/. Acesso em: 02 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Online 2017. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home. Acesso em: 02 fev. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 17 ago. 2020.

KACSOH, B. Z; SCHLENKE, T.A. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative *of D. melanogaster*. **PLoS One**, v. 7, n. 4, 16 p. 2012.

MATEUS, C.; TEIXEIRA, R.; GODINHO, M. do C.; FIGUEIREDO, E. *Drosophila suzukii* (Matsumura): que perspetivas de controlo desta praga à luz dos últimos conhecimentos? **Actas Portuguesas de Horticultura,** n. 26, 2016. pp. 133-148. (V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, Sessão II - Sanidade Vegetal). Disponível em: https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/drozofila_suzuki.pdf . Acesso em: 16 nov. 2021.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. A.; JACOMO, B. de O.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. In: RIBEIRO, J. C. (Org.). **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 204-218. cap. 21. 2021. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225097/1/5925.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

NAVA, D. E.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A. **Bioecologia, monitoramento e controle de *Drosophila suzukii* na cultura do morangueiro.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, Outubro, 28p. 2015. (Documentos, 398).

NOMANO FY, KASUYA N, MATSUURA A et al. Genetic differentiation of *Ganaspis brasiliensis* (Hymenoptera: Figitidae) from East and Southeast Asia. **The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**, v. 52, p. 429–437. 2017.

RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos screening. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais**... Campinas: Instituto de Zootecnia, 12 p. 2021.

SANTOS, R. S. S. dos. **Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morango no Brasil**, Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 4p. (Comunicado Técnico, 159). 2014.

SCHLESENER DCH, WOLLMANN J, PAZINI JB et al. Insecticide toxicity to *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) parasitoids: *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology,** v. 112, p. 1197–1206. 2019.

SCHLESENER, D.C. H.; WOLLMANN, J.; NUNES. A. M.; CORDEIRO, J.; GOTTSACHALK. M. S.; GARCIA, F. R. M. *Drosophila suzukii*: Nova praga para a fruticultura brasileira. **Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.45-51, 2015. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v77_1/schlesener.pdf. Acesso em: 16 nov. 20121.

SOUZA, D. S.; VALER, F. B.; CORDEIRO, J; GOTTSCHALK, M. S. Primeiro registro *de Drosophila suzukii* no Brasil. In: Congresso de Iniciação Cientifica da Universidade Federal de Pelotas, 2013, Pelotas, RS. **Anais**... Pelotas: UFPEL, 2013.

WALSH, D. B.; BOLDA, M. P.; GOODHUE, M. P.; DREVES, A. J.; LEE, J; BRUCK, D. J.; WALTON, V. M.; O'NEIL, S. D.; ZALOM, F. G. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential, **Journal of Integrated Pest Management**, v. 2, n.1, 7 p. 2011.

WANG, X.; BIONDI, A.; DAANE, K. M. Functional Responses of Three Candidate Asian Larval Parasitoids Evaluated for Classical Biological Control of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 73–80, 2020a.

WANG X., DAANE K.M., HOELMER K.A., LEE J.C. Biological Control of Spotted-Wing Drosophila: An Update on Promising Agents. In: GARCIA F.R.M. (eds) **Drosophila suzukii Management**. Springer, Cham. 2020b.

WANG, H.; LEE, J. C.; DAANE, K. M.; BUFFINGTON, M. L.; HOELMER, K. A. 2020c. Biological control of *Drosophila suzukii.* **CAB Reviews**, v.15, n. 054. 2020.

WILMAN, N. G.; DALTON, D. T.; ANFORA, G.; BIONDI, A.; CHIU, J. C.; DAANE, K. M.; GERDEMAN, B.; GOTTARDELLO, A.; HAMBY, K. A.; ISAACS, R.; GRASSI, A.; IORIATTI, C.; LEE, J. C.; MILLER, B.; STACCONI, M. V. R.; SHEARER, P. W.; TANIGOSHI, L.; WANG, X.; WALTON, V. M. *Drosophila suzukii* population response to environment and management strategies. **Journal of Pesticide Science**, n.89, p. 653-665. 2016.

CAPÍTULO 10

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL. II. ESTIMATIVAS DE DESENVOLVIMENTO POR DEMANDAS TÉRMICAS

Data de aceite: 02/05/2022

Maria Conceição Peres Young Pessoa
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
http://lattes.cnpq.br/7609273004875279

Rafael Mingoti
Embrapa Territorial
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3479283038505977

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos
Embrapa Semiárido
Petrolina – Pernambuco
http://lattes.cnpq.br/6606136052148527

Jeanne Scardini Marinho-Prado
Laboratório de Quarentena "Costa Lima"/
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/8742593129238690

Giovanna Galhardo Ramos
Bolsista Embrapa Meio Ambiente/graduanda
Medicina Veterinária UNIFAJ (Período:
março/2020 a julho/2021)
http://lattes.cnpq.br/9267496163655298

RESUMO: Este trabalho estimou o tempo de desenvolvimento médio da fase imatura (T_imaturos) e o número de gerações (NG) de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) (DS), praga exótica de importância econômica no Brasil, considerando suas demandas térmicas em cinco municípios no período de um ano. A mesma estimativa foi realizada para o parasitoide *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), considerando populações originárias nas Coréia do Sul (GBCS) e China (GBC). Estimativas para GBCS e GBC na safra de framboesa de Bento Gonçalves/RS (BG) e na safra de morango de Morro do Chapéu/BA (MC) foram realizadas. Os T_imaturos obtidos para GBCS, GBC e DS foram, respectivamente: a) Petrolina/PE: 22,3 ± 2,1, 22,3 ± 2,4 e 10,9 ± 1,3 dias; b) Vacaria/RS: 45,4 ± 11,0, 48,6 ± 12,7 e 22,0 ± 5,6 dias; c) Oiapoque/AP: 22,5 ± 11,0, 22,3 ± 0,9 e 11,1 ± 0,30 dias; d) Bento Gonçalves/RS: 38,3 ± 10,5, 42,5 ± 15,5 e19,2 ± 5,4 dias; e e) Morro do Chapéu/BA: 31,1 ± 3,2, 32,8 ± 4,0 e 15,3± 1,7 dias. Na estação de framboesa, GBCS e GBC em BG apresentaram T_imaturos de 30,2 ± 3,6 e 31,8 ± 3,1 dias, respectivamente, enquanto na estação de outono 35,0 ± 5,7 e 38,5 ± 9,2 dias, respectivamente. T_imaturos de GBSC e GBC nas estações de morango de MC foram: a) maio-fevereiro: 31,6 ± 3,4 e 33,5±4,2 dias; b) maio-julho: 34,0 ± 2,8 e36,5 ± 3,2 dias; c) novembro-fevereiro: 29,0 ± 0,0 e 30,0 ± 1,0 dias. Os NG dos cenários avaliados foram determinados.

PALAVRAS-CHAVE: Drosófila-da-asa-manchada (DAM), controle biológico, graus-dias, defesa fitossanitária, Brasil.

ABSTRACT: This work estimated the developmental mean time of the immature phases (T_imaturos) and the number of generations (NG) of *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) (DS), an exotic pest of economic importance in Brazil, considering thermal requirements in five municipalities in one-year

period. The same estimation was performed for the parasitoid Ganaspis brasiliensis (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), regarding its South Korea (GBCS) and China (GBC) native populations. Estimations for GBCS and for GBC, in raspberry season of Bento Gonçalves/RS (BG), and in strawberry season of Morro do Chapéu/BA (MC) were also performed. T_imaturos obtained for GBCS, GBC, and DS were respectively: a) Petrolina/PE: 22.3 ± 2.1, 22.3 ± 2.4, and 10.9 ± 1.3 days; b) Vacaria/RS: 45.4 ± 11.0, 48.6 ± 12.7, and 22.0 ± 5.6 days; c) Oiapoque/AP: 22.5 ± 11.0, 22.3 ± 0.9, and 11.1 ± 0.30 days; d) Bento Gonçalves/RS: 38.3 ± 10.5, 42.5 ± 15.5, and 19.2 ± 5.4 days; and e) Morro do Chapéu/BA: 31.1 ± 3.2, 32.8 ± 4.0, and 15.3± 1.7 days. In raspberry season, GBCS and GBC in BG presented T_imaturos of 30.2 ± 3.6 and 31.8 ± 3.1 days, respectively, while in the autumn season 35.0 ± 5.7 and 38.5 ± 9.2 days, respectively. T_imaturos of GBSC and GBC in strawberry seasons in MC were: a) May-February: 31.6 ± 3.4 and 33.5 ± 4.2 days and; b) May-July: 34.0 ± 2.8 and 36.5 ± 3.2 days; c) November-February: 29.0 ± 0.0 and 30.0 ± 1.0 days. The NG of the evaluated scenarios were determined.
KEYWORDS: Spotted wing drosophila (SWD), biological control, degree-days, crop protection, Brazil.

1 I INTRODUÇÃO

A drosófila-da-asa-manchada, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), é um inseto-praga exótico e polífago (NAVA et al, 2015; SOUZA et al, 2013). Seu primeiro ataque registrado em fruteira agrícola deu-se em 2014 (em morango), no município de Vacaria/RS, e atualmente é considerado de importância econômica (NAVA et al, 2015; SANTOS, 2014). Os danos de *D. suzukii* vêm sendo reportados e são variáveis conforme local, hospedeiro e manejo (CORNELL UNIVERSITY, 2017; ANDREAZZA et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; COATES, 2009; BOLDA et al., 2010).

Zoneamentos territoriais de áreas favoráveis à maior ocorrência de *D. suzukii*, considerando fruteiras hospedeiras de importância econômica no Brasil vem sendo realizado (MINGOTI et al., 2021), bem como avaliadas estratégias de controle químico (RAMOS et al., 2021; FERRACINI et al., 2020). Estratégias de controle biológico também vem sendo prospectadas e avaliadas, fundamentadas em literatura técnico-científica disponível, e identificaram *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae), parasitoide larval de *D. suzukii,* como uma das principais alternativas de controle biológico da praga na Ásia (WANG et al., 2020a,b,c; HOUGARDY et al., 2019; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; NAVA et al., 2015; KACSOH; SCHLENKE, 2012; GUIMARÃES et al., 2004). A espécie-tipo de *G. brasiliensis* é nativa do Brasil, porém não há registros recentes de sua coleta no país (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; WANG et al., 2020c). Desse modo, *a*s condições de temperatura e umidade relativa favoráveis ao maior desenvolvimento de *G. brasiliensis* também foram identificadas, subsidiando a elaboração do zoneamento territorial de áreas favoráveis a *G. brasiliensis* e à *D. suzukii* no território nacional.

A literatura técnica disponível também vem indicando o crescente emprego de informações de demandas térmicas (Temperaturas bases e somas térmicas) de insetos-pragas na prospecção de tempos de desenvolvimentos de suas respectivas fases do ciclo de vida, assim como do número de gerações, em condições climáticas e períodos de tempos diferenciados (JACQUES; MARCHIORO, 2018; PESSOA et al., 2019, 2016; PESSOA; MARINHO-PRADO; SÁ, 2014; PEREIRA; BERTI-FILHO, 2009; BESERRA et al, 2009; PESSOA, 1994; SILVEIRA NETO et al, 1976). As demandas térmicas da fase imatura (ovo a emergência do adulto) de *G. brasiliensis* população Coréia do Sul e população da China, assim como de *D. suzukii,* já foram apresentadas em literatura técnica (HOUGARDY et al., 2019), viabilizando aplicações de estimativas numéricas fundamentadas em exigências térmicas desses insetos em condições climáticas nacionais.

Este capítulo apresenta resultados de estimativas dos tempos de desenvolvimentos médios da fase imatura e números de gerações de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) e de duas populações de seu potencial bioagente *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905) (Hymenoptera: Figitidae) (*G. brasiliensis* população Coreia do Sul (GBCS) e *G. brasiliensis* população China (GBC)), em condições climáticas de Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS, avaliados por demandas térmicas no período de um ano. Estimativas para GBCS e GBC nos períodos de safras de framboesa para Bento Gonçalves e nos períodos de safras de morango para Morro do Chapéu também são apresentadas.

2 I MÉTODOS UTILIZADOS NAS ESTIMATIVAS DE FASES E GERAÇÕES DE *G. brasiliensis* POPULAÇÃO CORÉIA DO SUL E DE *G.brasiliensis* POPULAÇÃO CHINA, EM CONDIÇÕES BRASILEIRAS, POR DEMANDAS TÉRMICAS

Dados climáticos mensais de temperaturas máximas e mínimas dos municípios de Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS, considerando o período de 2003 a 2020, foram recuperados da Base de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); com as médias mensais dessas variáveis estimadas mensalmente para cada município. Os municípios foram identificados e priorizados entre aqueles sinalizados em zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à *G. brasiliensis*. Gráficos foram elaborados em Microsoft Excel para observar o comportamento mensal das variáveis climáticas em cada município avaliado.

As demandas térmicas da fase imatura (ovo a emergência do adulto) de *G. brasiliensis* aqui consideradas (Temperatura base inferior (Tb) e soma térmica) foram recuperadas de Hougardy et al. (2019), considerando *G. brasiliensis* população Coreia do Sul (GBCS), a saber, Tb= 5,6°C e soma térmica de 476,2 graus-dias (GD) e *G. brasiliensis* população China (GBC), a saber, Tb= 8,2°C e soma térmica de 416,7 GD, como necessários para completarem as respectivas fases imaturas (ovo-adulto). A fêmea de *G. brasiliensis* foi considerada ativa após 2 dias da emergência do adulto (WANG et al., 2018a). As

demandas térmicas de *D. suzukii* consideradas foram Tb= 6,2ºC e soma térmica de 222,2 GD (HOUGARDY et al., 2019), com a fêmea considerada ativa após 2 dias da emergência do adulto (REVADI et al., 2015).

Os graus-dias mensais diários foram estimados, separadamente por município avaliado, a partir de seus respectivos dados médios mensais municipais de Tmin e Tmax, e conforme demandas térmicas de cada inseto avaliado, utilizando o modelo de cálculo disponibilizado pelo *Integrated Pest Management* da *University of California* (UC/IPM, 2021). A duração (em dias) da fase imatura, por geração de cada inseto avaliado ocorrendo no período de um ano (janeiro a dezembro), foi calculada para cada município e disponibilizada em planilha Excel para realização de estatísticas básicas e gráficos.

O mesmo procedimento foi realizado considerando as demandas térmicas das duas populações de *G. brasiliensis*, separadamente, no período de novembro a março para as condições climáticas do município de Bento Gonçalves/RS; o período apontado é citado como usual para ocorrência da safra de framboesa no Brasil (TEZOTTO-ULIANA; KLUGE, 2013). Para framboesa também foram realizadas as estimativas para ambas populações do parasitoide, considerando o período remontante para produção no outono ocorrendo de março a maio (RASEIRA et al., 2004).

Para os períodos de safra de morango no município de Morro do Chapéu/BA foram considerados os informados pela Embrapa Semiárido, como passíveis de ocorrer no município, a saber, de maio a julho, de novembro a fevereiro e de maio a fevereiro; os quais foram analisados separadamente para as duas populações avaliadas.

3 | TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS MÉDIAS REGISTRADAS NOS MUNICÍPIOS AVALIADOS

As temperaturas máximas e mínimas mensais médias (para o período de 2003 a 2020) obtidas para os municípios de Bento Gonçalves/RS, Petrolina/PE, Oiapoque/AP, Vacaria/RS e Morro do Chapéu/BA foram calculadas e disponibilizadas graficamente (**Figuras 1 a 5**). Os municípios do estado do Rio Grande do Sul aqui considerados apresentaram as menores temperaturas mínimas médias, onde em Vacaria foram observadas temperaturas mínimas negativas e, portanto, inferiores às Tb inferiores dos insetos avaliados. Temperaturas mínimas médias abaixo de 20 ºC também foram notadas para o município de Morro do Chapéu/BA, diferenciando-as daquelas geralmente encontradas na região Nordeste do País, tal como as registradas em Petrolina/PE. Já no município do Oiapoque/AP, notaram-se poucas variações nos valores das temperaturas mínimas ao longo do ano. Assim, os municípios selecionados apresentarem aspectos bem diferenciados quanto às variáveis climáticas de temperaturas mínimas e máximas médias, consideradas nas estimativas por demandas térmicas aqui realizadas.

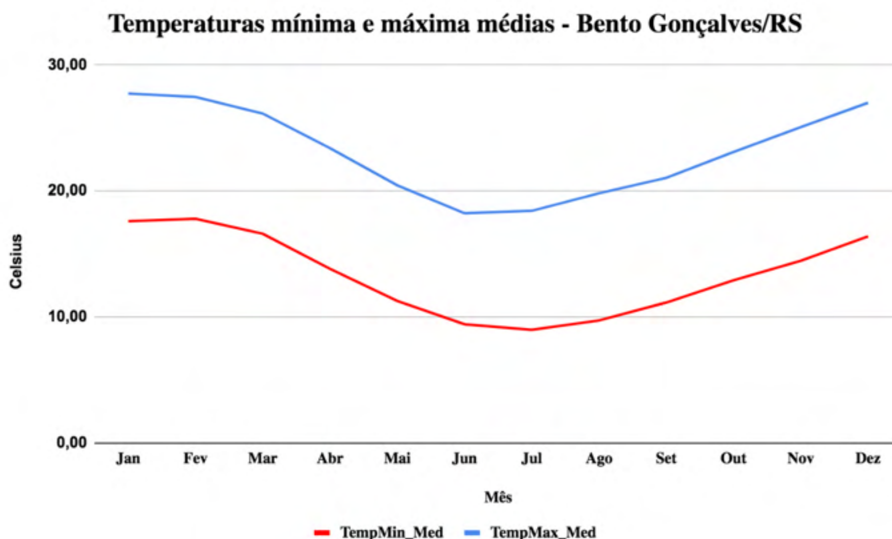


Figura 1. Temperaturas mínimas e máximas mensais médias (2003 a 2020) registradas em Bento Gonçalves/RS, com base em dados do INMET.

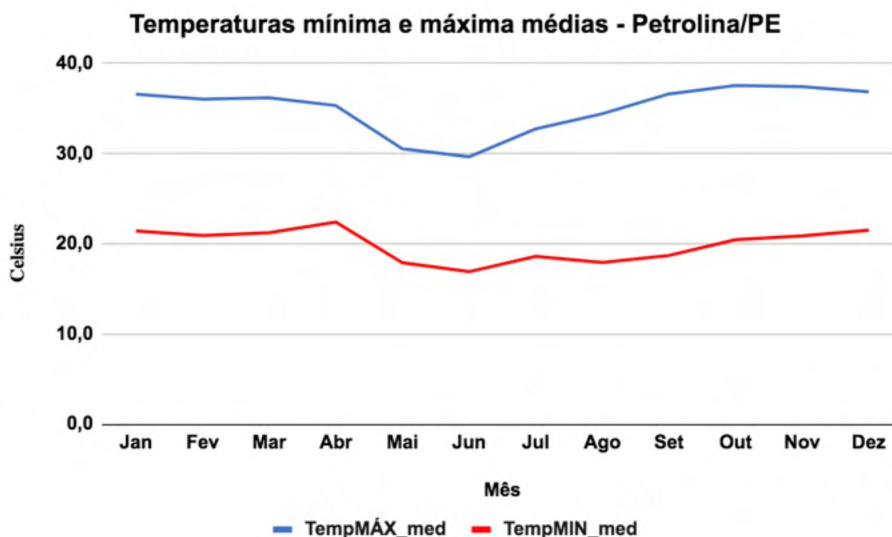


Figura 2. Temperaturas mínimas e máximas médias mensais (2003 a 2020) registradas em Petrolina/PE, com base em dados do INMET.

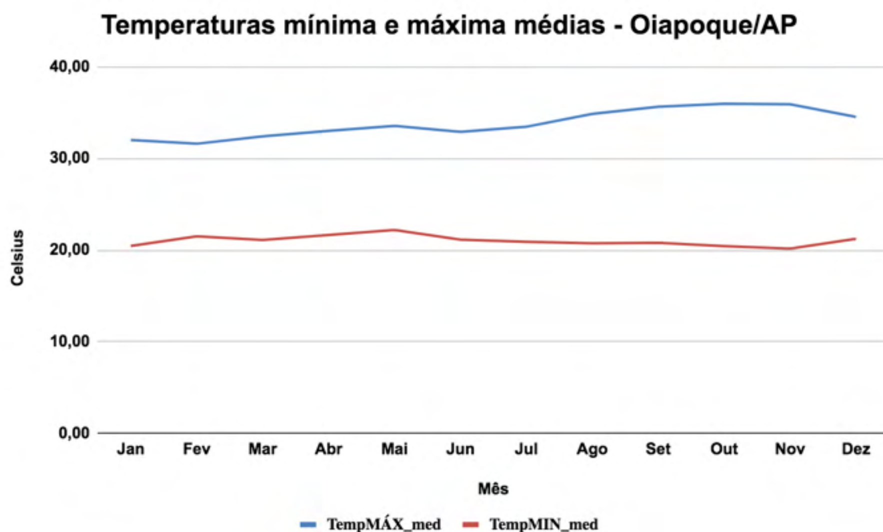


Figura 3. Temperaturas médias mínimas e máximas mensais (2003 a 2020) registradas em Oiapoque/AP, com base em dados do INMET.

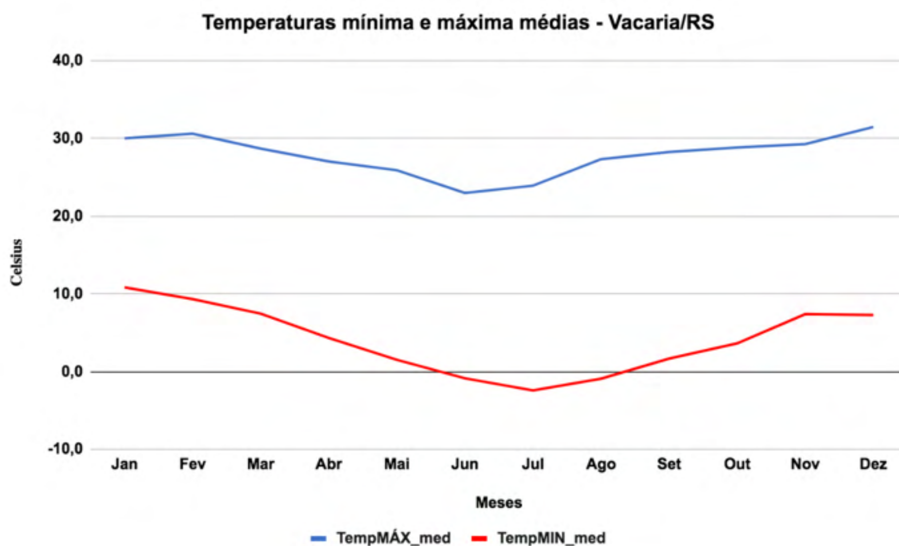


Figura 4. Temperaturas médias mínimas e máximas mensais (2003 a 2020) registradas em Vacaria/RS, com base em dados do INMET.

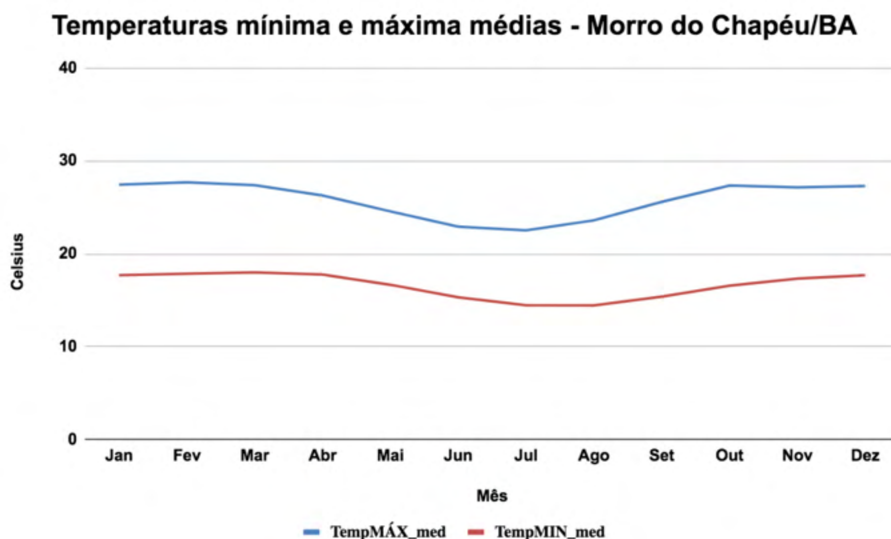


Figura 5. Temperaturas médias mínimas e máximas mensais (2003 a 2020) registradas em Morro do Chapéu/BA, com base em dados do INMET.

4 I TEMPOS DE DURAÇÕES MÉDIOS ESTIMADOS PARA AS FASES IMATURAS E GERAÇÕES DO INSETO-PRAGA E DAS POPULAÇÕES DO PARASITOIDE CONSIDERADAS

Os tempos de durações (em dias) das fases imaturas de *G. brasiliensis* população Coreia do Sul (**GBCS**), *G. brasiliensis* população China (**CBC**) e *D. suzukii* (**DS**) estimados por demandas térmicas desses insetos nas condições climáticas dos municípios alvos, para o **período de um ano,** foram determinados (**Tabela 1**, **Tabela *2*** e Tabela *3*) e apresentados comparativamente (**Figuras 6 a 8)**.

A influência das maiores temperaturas dos municípios de Petrolina e do Oiapoque mostraram-se favoráveis ao mais rápido acúmulo de graus-dias necessários para o desenvolvimento das fases imaturas dos insetos avaliados e, assim, implicando nos menores tempos de duração das suas respectivas fases imaturas e, consequentemente, com maior quantidade de gerações observadas para condições climáticas desses dois munícipios **(Figuras 6 a 8)**.

Por sua vez, as menores temperaturas registradas em Vacarias/RS implicaram nas maiores durações médias das fases imaturas das duas populações de *G. brasiliensis* e de *D. suzukii*, quando comparadas àquelas apresentadas pelos demais municípios (**Figuras 11, 12 e 13**).

T_imaturos (dias)	Bento Gonçalves	Petrolina	Oiapoque	Vacaria	Morro do Chapéu
1a. geração	28	20	24	33	29
2a. geração	28	21	23	35	28
3a. geração	31	21	23	43	28
4a. geração	40	21	23	59	30
5a. geração	55	21	22	61	33
6a. geração	54	25	22	47	36
7a. geração	43	27	23	40	37
8a. geração	35	25	23	Incompleta (imaturos com 33 dias = 453,3GD)	33
9a. geração	31	24	22		30
10a. geração	incompleta (imaturos com 2 dias = 32,18 GD)	23	22		29
11a. geração		22	22		29
12a. geração		21	22		Incompleta (imaturos com 1 dia = 16,9 GD)
13a. geração		21	22		
14a. geração		21	22		
15a. geração		21	22 (com presença de adulto (1o. dia)		
16a. geração		incompleta (fêmea ativa da 15a. geração apta a iniciar posturas)			

Tabela 1. Durações (dias) das fases imaturas de *Ganaspis brasiliensis* população Coreia do Sul (GBCS) em diferentes gerações ocorridas em um ano (janeiro-dezembro) nos cinco municípios brasileiros avaliados.

T_imaturos (dias)	Bento Gonçalves	Petrolina	Oiapoque	Vacaria	Morro do Chapéu
1a. geração	29	21	24	35	29
2a. geração	29	21	23	38	29
3a. geração	33	21	23	50	30
4a. geração	47	21	23	71	31
5a. geração	73	21	22	58	35
6a. geração	56	25	22	48	40
7a. geração	40	28	23	40	39
8a. geração	33	26	23	incompleta (imaturos com 11 dias = 123,97GD)	34

9a. geração	incompleta (imaturos com 9 dias = 121,4 GD)	24	22		31
10a. geração		23	22		30
11a. geração		22	21		Incompleta (imaturos com 18 dia = 257,31 GD)
12a. geração		21	21		
13a. geração		20	21		
14a. geração		20	22		
15a. geração		20	22		
16a. geração		incompleta (imaturos com 1 dia = 21,0GD)	Incompleta (imaturos com 1 dia = 19,68GD)		

Tabela 2. Durações (em dias) das fases imaturas de *Ganaspis brasiliensis* população China (GBC) em diferentes gerações ocorridas em um ano (janeiro-dezembro) nos cinco municípios brasileiros avaliados.

T_imaturos (dias)	**Bento Gonçalves**	**Petrolina**	**Oiapoque**	**Vacaria**	**Morro do Chapéu**
1a. geração	14	10	12	16	14
2a. geração	14	10	12	16	14
3a. geração	14	10	11	17	14
4a. geração	14	10	11	19	14
5a. geração	15	10	11	20	14
6a. geração	16	10	11	24	14
7a. geração	18	10	11	27	15
8a. g geração	23	10	11	34	15
9a. geração	28	10	11	31	16
10a. geração	30	13	11	26	17
11a. geração	27	13	11	24	18
12a. geração	24	13	11	22	19
13a. geração	21	14	11	19	18
14a. geração	19	12	11	18	18
15a. geração	17	12	11	17	16
16a. geração	16	12	11	Imaturos com 5 dias (66 GD)	15
17a. geração	15	12	11		15
18a. geração	Imaturos com 6 dias (92,9 GD)	11	11		14
19a. geração		11	11		14
20a. geração		11	11		14
21a. geração		10	11		14

22a. geração		10	11		Imaturos (com 16,3 GD (1 dia)
23a. geração		10	11		
24a. geração		10	11		
25a. geração		10	11		
26a. geração		10	11		
27a. geração		10	11		
28a. geração		Imaturos com 5 dias (114,94GD)	**11** (com adultos 1dia=21,68GD)		

Tabela 3. Durações (em dias) das fases imaturas de *Drosophila suzukii* (DS) em diferentes gerações ocorridas em um ano (janeiro-dezembro) nos cinco municípios brasileiros avaliados.

As estimativas numéricas dos tempos de desenvolvimentos da fase imatura (ovo-adulto) (T_imaturos) foram realizadas para *G. brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBCS), *G. brasiliensis* pop. China (GBC) e *D. suzukii* (DS) por demandas térmicas desses insetos e em condições climáticas de cinco municípios brasileiros identificados pelos zoneamentos realizados como aptos ao parasitoide, a saber: Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS, para o período de um ano (janeiro a dezembro). O número de gerações completas (NG) obtidas para GBCS, GBC e DS foram, respectivamente, os seguintes para: a) Petrolina/PE: 15, 20 e 27; b) Vacaria/RS: 7, 7 e 15; c) Oiapoque/AP: 15, 15 e 27; d) Bento Gonçalves/RS: 9, 8 e 17; e e) Morro do Chapéu: 11, 10 e 21.

Para as gerações completas observadas no período de um ano (janeiro a dezembro), os T_imaturos obtidos para GBCS, GBC e DS foram, respectivamente, os seguintes para: a) Petrolina/PE: 22,3 ± 2,1 dias, 22,3 ± 2,4 dias e 10,9 ± 1,3 dias; b) Vacaria/RS: 45,4 ± 11,0 dias, 48,6 ± 12,7 dias e 22,0 ± 5,6 dias; c) Oiapoque/AP: 22,5 ± 11,0 dias, 22,3 ± 0,9 dias e 11,1 ± 0,30 dias; d) Bento Gonçalves/RS: 38,3 ± 10,5 dias, 42,5 ± 15,5 dias e 19,2 ± 5,4 dias; e e) Morro do Chapéu: 31,1 ± 3,2 dias, 32,8 ± 4,0 dias e 15,3± 1,7 dias. O tempo de duração das fases por geração pode ser acompanhado pelas **Figuras 6 a 8**.

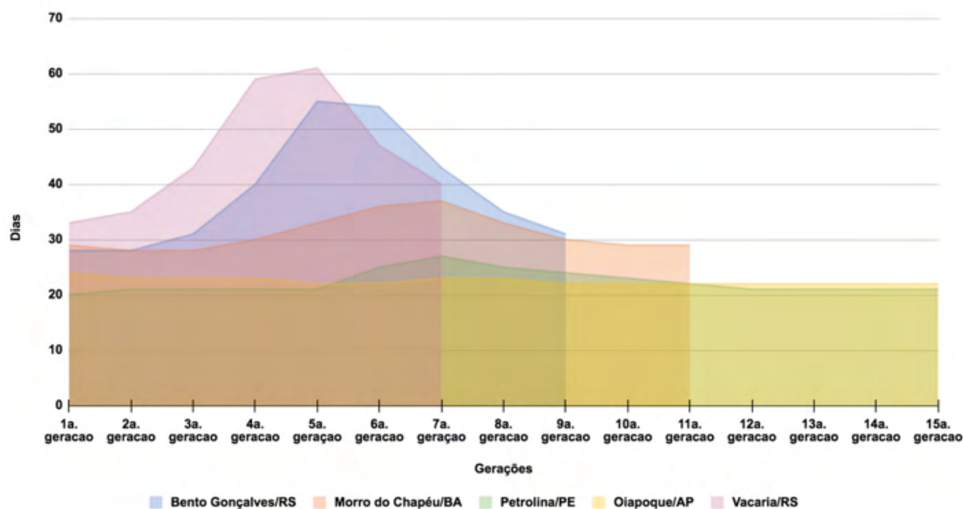


Figura 6. Durações das fases imaturas (dias) de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBCS) estimadas por demandas térmicas em condições climáticas dos municípios de Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS.

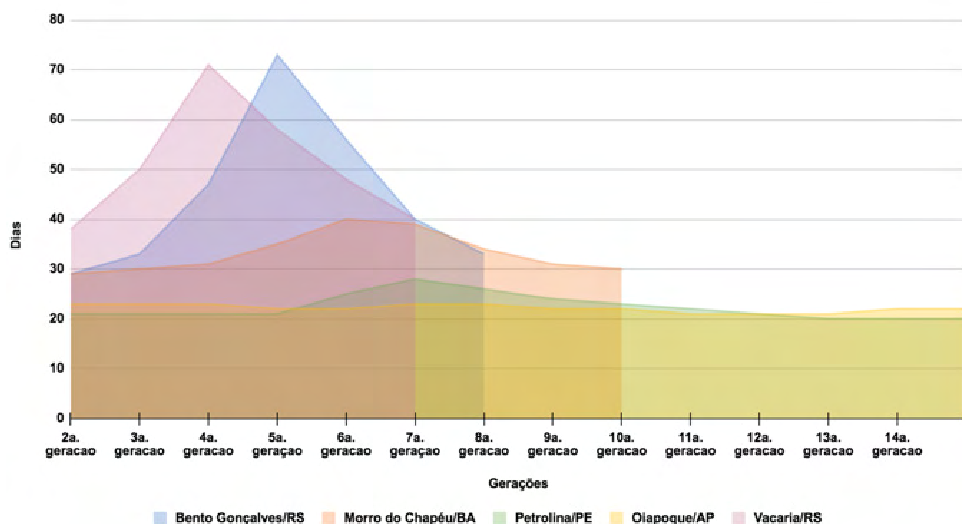


Figura 7. Durações das fases imaturas (dias) de *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GBC) estimadas por demandas térmicas em condições climáticas dos municípios de Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS.

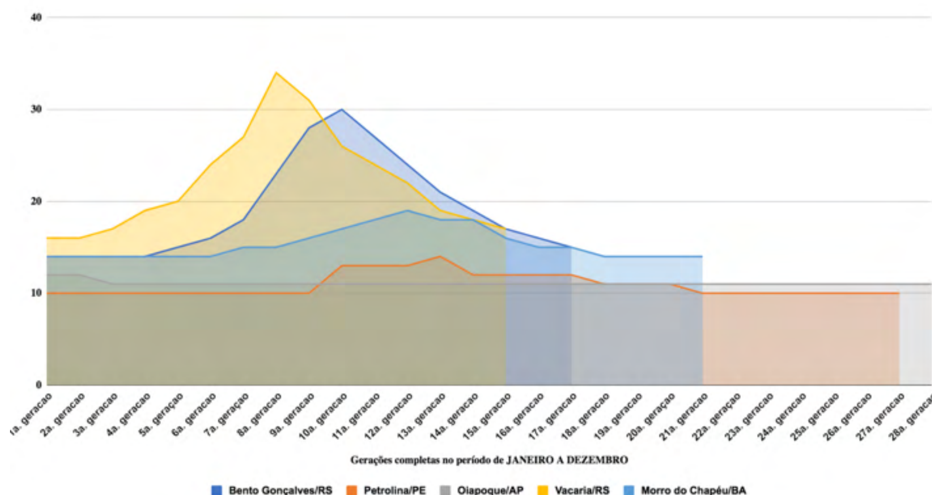


Figura 8. Durações das fases imaturas (dias) de *Drosophila suzukii* (DS) estimadas por demandas térmicas em condições climáticas dos municípios de Bento Gonçalves/RS, Morro do Chapéu/BA, Petrolina/PE, Oiapoque/AP e Vacaria/RS.

Desse modo, observou-se a influência das temperaturas médias máximas e mínimas locais no número de gerações e na duração das fases imaturas dos insetos avaliados, devendo ser, portanto, consideradas caso-a-caso para as estratégias de manejo integrado locais.

5 I TEMPOS DE DURAÇÕES MÉDIOS ESTIMADOS PARA AS FASES IMATURAS E GERAÇÕES DAS POPULAÇÕES DO PARASITOIDE EM CULTIVO DE FRAMBOESA EM CONDIÇÃO CLIMÁTICA DE BENTO GONÇALVES, RS

Quando considerados os tempos de desenvolvimentos de imaturos de GBCS e GBC no período de **safra de framboesa no Brasil**, a saber, de **novembro a março,** e as condições climáticas do município de Bento Gonçalves/RS, obtiveram-se 30,3 ± 2,6 dias e 31,8 ± 3,1 dias, respectivamente (**Figura 9)**.

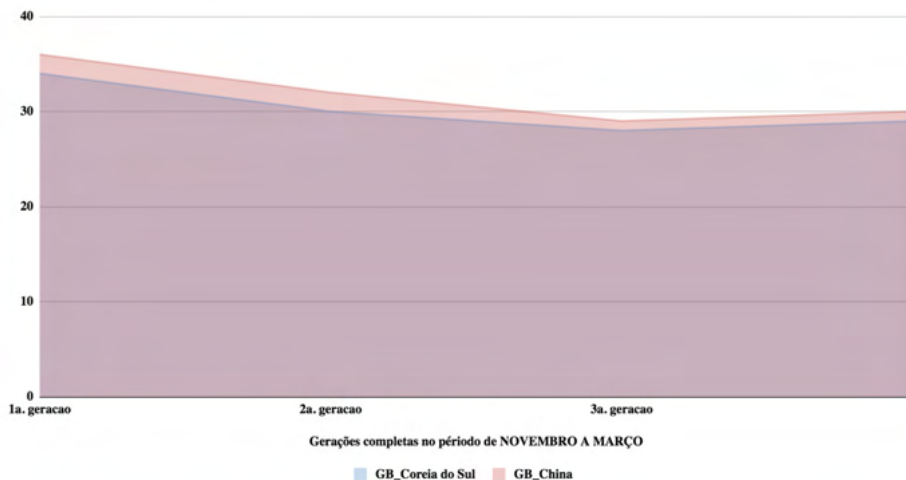


Figura 9. Durações das fases imaturas (dias) de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GB_Coreia do Sul) e *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GB_China) estimadas por demandas térmicas em condições climáticas do município de Bento Gonçalves/RS em período usual de safra de framboesa no Brasil (novembro a março).

Até o término do período, tanto GBCS quanto GBC apresentariam condições para a ocorrência **de quatro gerações completas**, com a 5ª. geração presente com imaturos em desenvolvimento, apresentando 22 dias (346,72 GD acumulados) para GBCS e 17 dias (223,8 GD acumulados) para GBC.

Já quando considerado o período de remontantes para a **produção de framboesa no outono** (**março a maio**), no mesmo município, foram obtidas durações de tempos de imaturos de 35,0 ± 5,7 dias e 38,5 ± 9,2 dias, respectivamente para GBCS e GBC (**Figura 10**). Neste período, as duas populações teriam condições para apresentarem **duas gerações completas** ao final do período, com imaturos da 3ª. geração ainda em desenvolvimento; estes, com 18 dias (184,5 GD acumulados) para GBCS e com 11 dias (84,2 GD acumulados) para GBC.

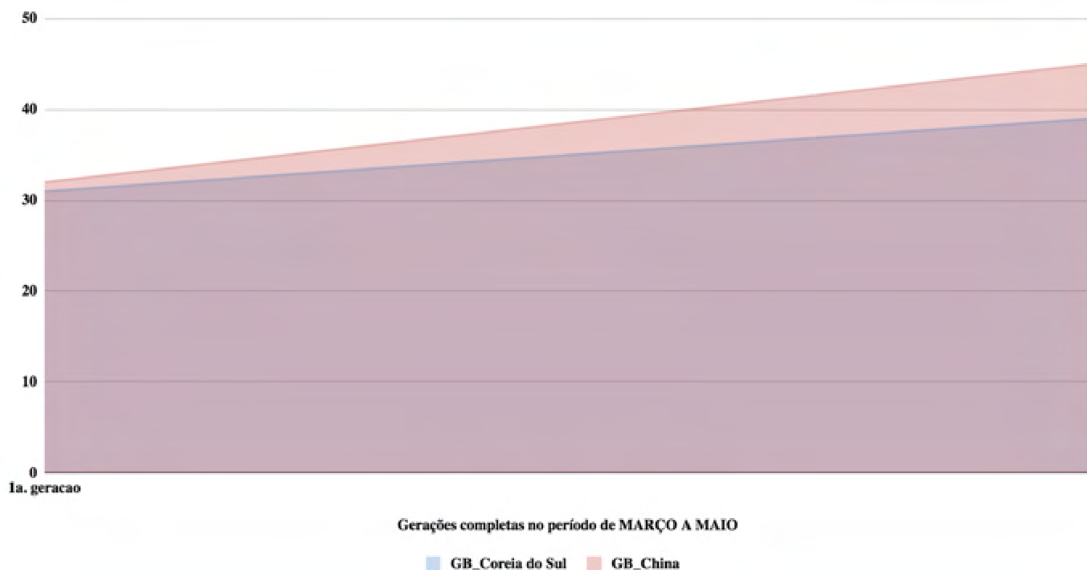


Figura 10. Durações das fases imaturas (dias) de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GB_Coreia do Sul) e *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GB_China) estimadas por demandas térmicas em condições climáticas do município de Bento Gonçalves/RS, em período de safra de framboesa de outono (março a maio).

6 I TEMPOS DE DURAÇÕES MÉDIOS ESTIMADOS PARA AS FASES IMATURAS E GERAÇÕES DAS POPULAÇÕES DO PARASITOIDE EM CULTIVO DE MORANGO EM CONDIÇÃO CLIMÁTICA DE MORRO DO CHAPEU, BA

Os resultados obtidos para as estimativas de tempo de duração de imaturos considerando os períodos de safra de morango em Morro do Chapéu/BA são apresentados a seguir. No período da safra de morango de **maio a julho** ambas as populações de *G. brasiliensis* poderiam apresentar até duas gerações completas, porém a *G. brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBCS) terminaria o período da safra com imaturos da 3ª geração em desenvolvimento (apresentando 20 dias e 257,9 GD acumulados) enquanto *G. brasiliensis* pop. China (GBC) com imaturos de 3ª geração em desenvolvimento (com 15 dias e 154,43 GD acumulados). Os tempos de desenvolvimentos médios de imaturos seriam de 34,0 ± 2,8 dias para Ganaspis brasiliensis *pop. Coreia do Sul* (GBSC) e de 36,5 ± 3,5 dias para Ganaspis brasiliensis *pop. China* (GBC) (**Figura 11)**.

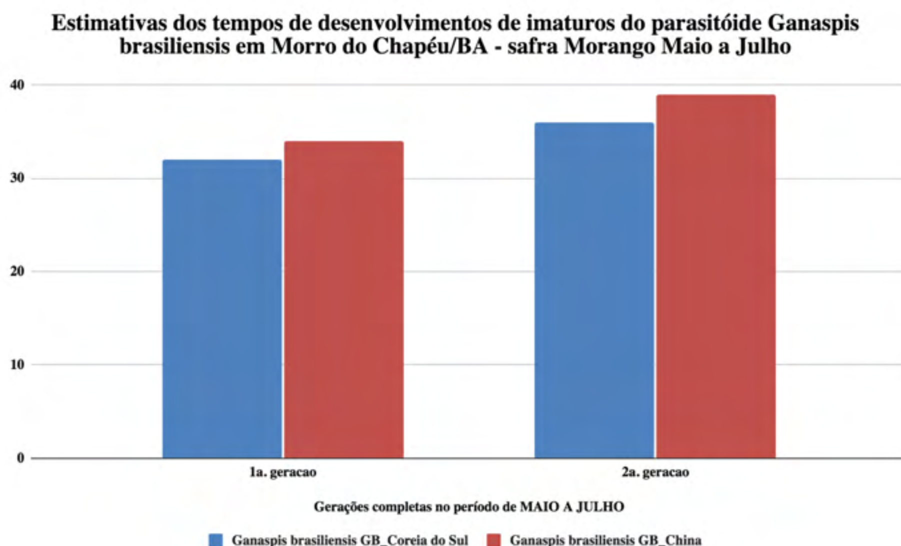


Figura 11. Tempo de desenvolvimento de imaturos de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GB_ Coreia do Sul) e *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GB_China) em condições climáticas de Morro do Chapéu/BA, no período da safra de morango de maio a julho.

Quando observado os resultados para o período de safra de **maio até fevereiro do ano seguinte**, *G. brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBSC) poderia apresentar até nove gerações completas até o término do período, onde estaria com a presença de imaturos da 10ª. geração em desenvolvimento com 2 dias (34,35 GD acumulados), enquanto *G. brasiliensis* pop. China (GBC) apresentaria até oito gerações completas, com os imaturos da 9ª geração em desenvolvimento, apresentando 20 dias (291,50 GD acumulados) ao final do período (**Figura 12**).

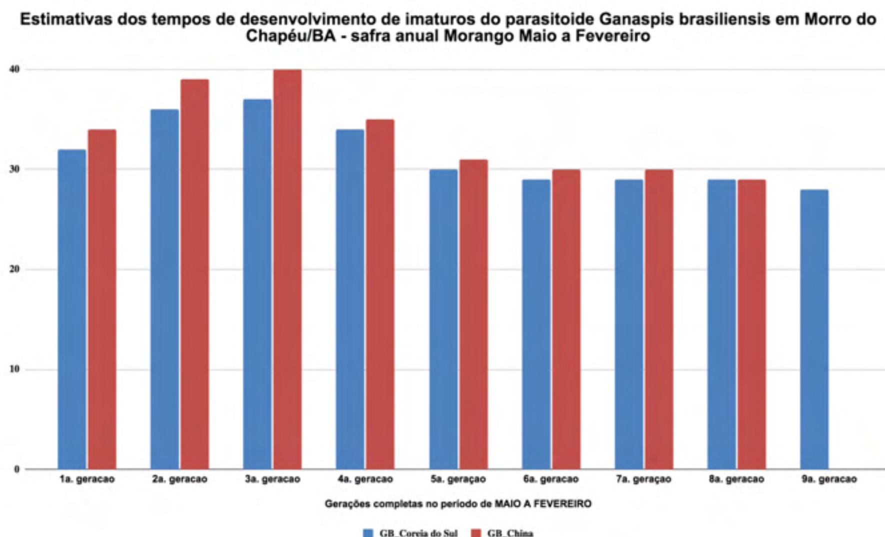


Figura 12. Tempo de desenvolvimento de imaturos de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GB_ Coreia do Sul) e *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GB_China) em condições climáticas de Morro do Chapéu/BA no período da safra de morango de maio a fevereiro

Já para o período de safra de morango de **novembro a fevereiro** do ano seguinte no mesmo município, observaram-se tendências à ocorrência de até três gerações completas até o término do período da safra para *G. brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBSC) e para *G. brasiliensis* pop. China (GBC) , com médias de tempos de imaturos de 29,0 ± 0,0 dias e de 30,0 ± 1,0 dias, respectivamente (**Figura 13)**.

Ao final do período da safra estariam presentes em desenvolvimento os imaturos da 4ª. geração, com 27 dias (463,67 GD) e com 25 dias (364,38 GD), respectivamente para *G. brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GBSC) e *G. brasiliensis* pop. China (GBC).

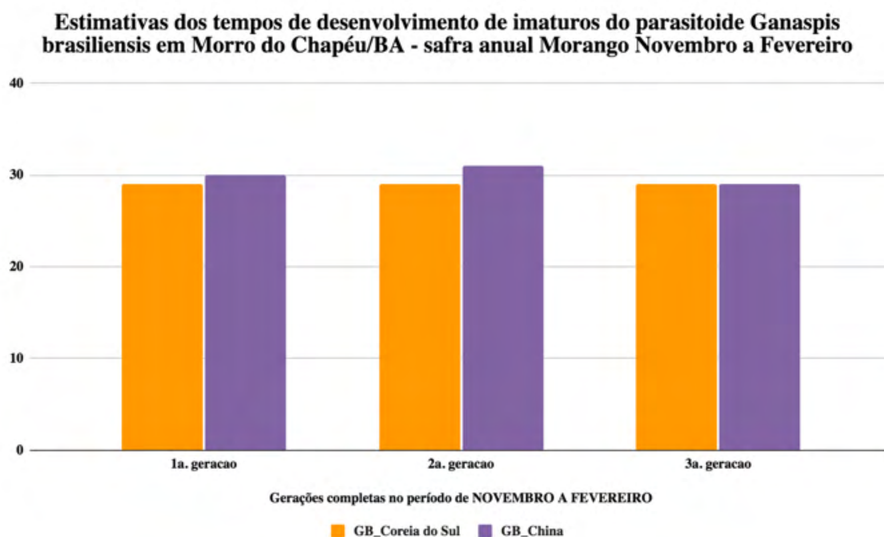


Figura 13. Tempo de desenvolvimento de imaturos de *Ganaspis brasiliensis* pop. Coreia do Sul (GB_ Coreia do Sul) e *Ganaspis brasiliensis* pop. China (GB_China) em condições climáticas de Morro do Chapéu/BA no período da safra de morango de novembro a fevereiro

Pelo apresentado, nota-se a influência climática local na quantidade de gerações e na disponibilidade de imaturos do parasitoide de acordo com o período de ocorrência da safra de morango em Morro do Chapéu, devendo ser considerada nas estratégias de manejo locais.

7 | COMENTÁRIOS FINAIS

As demandas térmicas disponibilizadas em literatura para o parasitoide *Ganaspis brasiliensis* população Coréia do Sul (GBSC), *Ganaspis brasiliensis* população China (GBC) e para *Drosophila suzukii* (DS) permitiram avaliar as tendências de influências das temperaturas médias máximas e mínimas locais de cinco municípios brasileiros.

O número de gerações de GBCS, GBC e de DS, ocorrendo nos períodos avaliados foram diferenciados conforme o município avaliado. Para o período de um ano (janeiro a dezembro) foram observadas para GBCS e GBC variações semelhantes, de 7 (Vacaria) a 15 (Petrolina e Oiapoque) gerações completas, porém com diferenciações nos tempos das fases de imaturos nas gerações intermediárias observadas, como também no número de dias em que se encontravam em desenvolvimento imaturos de gerações seguintes; ocorridas em todos os cenários avaliados. Para DS o número de gerações completas variou de 15 (Vacaria) a 28 (Oiapoque), também com tempos de desenvolvimentos de gerações intermediárias diferenciados e apresentando imaturos em desenvolvimento nas respectivas gerações seguintes àquelas concluídas; exceto no Oiapoque onde se encontravam ainda

adultos recém emergidos da mesma geração final concluída.

Os resultados indicaram que as temperaturas locais influenciam no número de gerações e no tempo de ocorrência médios das fases imaturas dos insetos avaliados e, portanto, devem ser consideradas nas estratégias de manejo integrado locais dos municípios avaliados.

REFERÊNCIAS

ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A.; BOTTON, M.; VALGAS, R. A.; RITSCHEL, P. S.; MAIA, J. D. G.; NAVA, D. E. Suscetibilidade de bagas de genótipos de videira pela infestação por *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n.5, p. 599-606, 2016.

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SILVA, S. A. de O.; SILVA, L. A. da; SANTOS, J. W. dos. Efeito da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Iheringia, Sér. Zool.** v.99, n.2, 2009.

BOLDA, M. P.; GOODHUE, R. E.; ZALOM, F.G.; Spotted-wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. **Agricultural and Resource Economics Update**, Univ. Calif. Giannini Foundation Agric. Econ. v.13, n.3, p.5-8, 2010.

BUFFINGTON, M.L.; FORSHAGE, M. Redescription of Ganaspis brasiliensis (Ihering, 1905), new combination (Hymenoptera: Figitidae), a natural enemy of the invasive *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 118, p. 1–13. 2016.

COATES, B. Spotted wing drosophila: host observations. In: **Spotted wing drosophila meeting**, 2., nov. 2009, Davis, CA. USA Presentations… Davis, CA: UC IPM, 2009. Disponível em: http://www.ipm.ucdavis.edu/IPMPROJECT/SWD/Spotted-Wing-Drosophila-Host-Observations.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

CORNELL UNIVERSITY. **Economic and Environmental impact – Spotted Wing Drosophila**, Cornell Fruit Resources- Resources for commercial growers. 2p. 2017.

FERRACINI, V.L.; PESSOA, M. C.P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de *Aleurocanthus woglumi* e de *Drosophila suzukii*.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, 74p. (Relatório Técnico de comprovação de resultados do projeto DefesaInsetos). 2020.

GIROD, P. **From Asia to Europe, evaluation of parasitoids for the biological control of the invasive fruit pest *Drosophila suzukii*.** University of Neuchâtel, Switzerland Faculty of Science, Department of Biology Interuniversity Doctoral Program in Organismal Biology. 151 p. 2018.

GUIMARÃES, J. A., FILHO, M. F. D. S.; RAGA, A.; ZUCCHI, E R. A. Levantamento e interações tritróficas de figitídeos (Hymenoptera: Eucoilinae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil**.** **Arquivos do Instituto Biológico**, 71:51–56. 2004.

HOUGARDY, E.; HOGG, B. N.; WANG, X.; DAANE, K. M. Comparsion of thermal performances of two Asian larval parasitoids of Drosophila suzukii. **Biological Control**, v. 136, 6 p. 2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Online 2017. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home. Acesso em: 02 fev. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 17 ago. 2020.

JACQUES, J.; MARCHIORO, C. A. Efeito da temperature sobre o desenvolvimento e sobrevivência de *Mythimna sequax* (Franclemont) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) e uso de modelos lineares e não lineares para estimativa da taxa de desenvolvimento. In.: Reunião Anual da SBPC, 70. Maceió, AL: UFAL, 22 a 28 de julho de 2018. **Anais**... pp1-4.

KACSOH, B. Z; SCHLENKE, T.A. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative *of D. melanogaster*. **PLoS One**, v. 7, n. 4, 16 p. 2012.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. A.; JACOMO, B. de O.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. In: RIBEIRO, J. C. (Org.). **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 204-218. cap. 21. 2021. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225097/1/5925.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

NAVA, D. E.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A. **Bioecologia, monitoramento e controle de *Drosophila suzukii* na cultura do morangueiro.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, Outubro, 28p. 2015. (Documentos, 398).

NOMANO FY, KASUYA N, MATSUURA A et al. Genetic differentiation of *Ganaspis brasiliensis* (Hymenoptera: Figitidae) from East and Southeast Asia. **The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**, v. 52, p. 429–437. 2017.

PEREIRA, M. J. B.; BERTI-FILHO, E. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações da broca-do-fruto Annona (*Cerconota anonella*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2278-2284, 2009.

PESSOA, M. C. P. Y. **Simulação e inteligência artificial aplicadas ao estudo da dinâmica populacional do bicudo do algodoeiro na região de Campinas, SP**. Campinas: FEE/UNICAMP, 1994. 208f. (Tese Doutorado).

PESSOA, M. C. P. Y.; AVILA, C. J.; MARINHO-PRADO, J. S.; LUCHINI, G. A.; SOUZA, E. C. S.; RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D. L. **Nível de dano de** *Helicoverpa armigera* **em fase vegetativa de soja (safra 2016/2017) em Ponta Porã.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 24p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 85).

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; MINGOTI, R.; LOVISI FILHO, E.; SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; SILVA FILHO, P. P. da; SA, L. A. N. de; PRADO, S. de S.; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2) - Estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do Rio São Francisco.** Campinas, SP: Embrapa Gestão territorial 2016 2 p.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SA, L. A. N. de. **Avaliação do potencial desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja na região de Barretos - norte do estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 27 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63). RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos screening. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais**... Campinas: Instituto de Zootecnia, 12 p. 2021.

RASEIRA, M. do C. B.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C. **Aspectos técnicos da cultura do framboeseira**, Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 22p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 120). 2004.

REVADI, S.; LEBRETON, S.; WITZGALL, P.; ANFORA, G.; DEKKERT, T.; BECHER, P. G. Sexual behavior of *Drosophila Suzukii*, **Insects**, v. 6, p.193-196. 2015.

SANTOS, R. S. S. dos. **Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morango no Brasil**, Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 4p. (Comunicado Técnico, 159). 2014.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SOUZA, D. S.; VALER, F. B.; CORDEIRO, J; GOTTSCHALK, M. S. Primeiro registro *de Drosophila suzukii* no Brasil. In: Congresso de Iniciação Cientifica da Universidade Federal de Pelotas, 2013, Pelotas, RS. **Anais**... Pelotas: UFPEL, 2013.

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; KLUGE, R. A. **Framboesa: cultura alternativa para pequenas propriedades rurais em regiões subtropicais**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP- Divisão de Biblioteca, 33p. (Série Produtor Rural, n. 55). 2013.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. UC-IPM ONLINE. Statewide integrated pest management program: weather, models, & degree-days. California, 2012. Disponível em: http://ipm.ucanr.edu/. Acesso em: 15 abr. 2021.

WANG, X.; BIONDI, A.; DAANE, K. M. Functional Responses of Three Candidate Asian Larval Parasitoids Evaluated for Classical Biological Control of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 73–80, 2020a.

WANG X., DAANE K.M., HOELMER K.A., LEE J.C. Biological Control of Spotted-Wing Drosophila: An Update on Promising Agents. In: GARCIA F.R.M. (eds) **Drosophila suzukii Management**. Springer, Cham. 2020b.

WANG, H.; LEE, J. C.; DAANE, K. M.; BUFFINGTON, M. L.; HOELMER, K. A. 2020c. Biological control of *Drosophila suzukii.* **CAB Reviews**, v.15, n. 054. 2020.

CAPÍTULO 11

IDENTIFICACIÓN DE *BEGOMOVIRUS* EN CUCURBITÁCEAS Y MALEZAS EN LA REGIÓN LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO

Data de aceite: 02/05/2022

Perla Belén Torres-Trujillo
Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Agronomía
Escobedo, N.L

Omar Guadalupe Alvarado-Gómez
Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Agronomía
Escobedo, N.L

Verónica Ávila-Rodríguez
Universidad Juárez del Estado de Durango.
Facultad de Ciencias Biológicas
Fraccionamiento Filadelfía, Gomez Palacio,
Durango

Urbano Nava-Camberos
Universidad Juárez del Estado de Durango.
Facultad de Agricultura y Zootecnia
Venecia, Durango

Ramiro González-Garza
Biociencia SA Agustín Melgar
Monterrey, NL México

RESUMEN: Durante los años 2015 y 2016 se observaron síntomas de enfermedades virales en algunas localidades productoras de cucurbitáceas en la Región Lagunera de Coahuila y Durango en malezas, así como en plantas de calabaza, melón, pepino y sandía sembradas bajo condiciones de cielo abierto y malla sombra. Con la finalidad de detectar e identificar la presencia de begomovirus en esa región, se colectaron plantas de los cultivos mencionados así como de malezas intercaladas y circundantes a los predios visitados. Se realizó la extracción de DNA y se amplificó con oligonucleótidos genéricos degenerados para begomovirus mediante la técnica de PCR punto final. Se analizaron 125 muestras de cucurbitáceas de interés y 17 muestras de malezas. Los fragmentos amplificados fueron secuenciados y analizados mediante BLAST confirmando así la presencia del virus del arrugamiento de la hoja de las cucurbitaceas (CLCrV) en melón, sandía, pepino y calabaza, el geminivirus de la sandía (WmGV) en calabaza, el virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en verdolaga y trompillo, y el virus del enrollamiento de la hoja amarilla (TYLCV) en malva.

PALABRAS CLAVE: Begomovirus, oligonucleótidos degenerados, malezas, cucurbitáceas.

ABSTRACT: In the 2015 and 2016 years, symptoms of viral diseases were observed in some production areas in Lagunera Region, in weeds, pumpkin, cantaloupe, cucumber and watermelon planted under open sky and shade cloth. In order to identify the presence of begomovirus in the states of Coahuila and Durango, plants of above mentioned crops and weeds were collected. The nucleic acid extraction and PCR amplification was done with degenerate oligonucleotides for begomovirus genius. One hundred and twenty five samples of cucurbits and 17 of weeds were analyzed. The amplified fragments were sequenced and analyzed using BLAST, confirming the presence of Cucurbit Leaf Crumple Virus in cantaloupe, watermelon,

cucumber and squash; watermelon geminivirus in pumpkin; pepper golden mosaic virus in purslane and nightshade; and tomato yellow leaf curl virus in mauve.
KEYWORDS: Begomovirus, degenerate oligonucleotides, weeds, cucurbits.

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera que comprende los estados de Coahuila y Durango, se sembraron en el año 2014 aproximadamente 7, 600 ha de especies de la familia cucurbitácea entre las cuales sobresalen melón (*Cucumis melo* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.) (SIAP, 2014). Estos cultivos se ven afectados por diversas enfermedades que son el principal factor limitante de la producción causando pérdidas económicas. La mayoría de las enfermedades transmitidas por virus, requieren de un vector que los disemine en hospederos susceptibles ya que se les considera patógenos obligados (Garzón *et al*., 2007). El Comité Internacional de Taxonomía de Virus, ICTV (por sus siglas en inglés) reportó la existencia de 288 especies del género begomovirus de las cuales 8 son hospedadas en plantas cucurbitáceas (ICTV, 2015). Las enfermedades causadas por este género de virus constituyen un serio obstáculo para los agroecosistemas a nivel mundial, en los últimos años estos virus han sido una seria amenaza para diversos cultivos (Khan *et al*., 2012). El principal vector de los begomovirus es la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Navas *et al*., 2011), un insecto que se alimenta del floema de las plantas especialmente dicotiledóneas (Lugo *et al*., 2011).

Actualmente existen reportes de diferentes especies de begomovirus en México, por ejemplo en los estados de Sonora en 1990 y en Sinaloa en 1992 se presentó el virus del enrollamiento foliar de la calabaza (squash leaf curl virus, SLCV), afectando a calabaza (Morales, 2011), y el virus del arrugamiento de la hoja de las cucurbitáceas (Cucurbit Leaf Crumple Virus, CuLCrV) en Coahuila, México (Brown *et al*., 2002), los síntomas que provoca el virus CuLCrV en cucurbitáceas susceptibles son arrugamiento de las hojas, clorosis y desordenes en el crecimiento, y el rango de cultivos hospederos es principalmente la familia de las cucurbitáceas como la calabaza, melón, pepino, sandía pero también se ha encontrado en frijol, *Phaseolus vulgares* (Hagen *et al.,* 2008).

Si a la problemática anterior, agregamos que también se han encontrado como fuente significativa de inóculo primario de diferentes agentes virales especies vegetales silvestres, el problema se vuelve más complicado de resolver. En Sinaloa se reportó un grupo de virus presentes en pepino espinoso (*Cucumis dipsaseus*), melón silvestre (*Curcubita foetedissima*), pepino amargo (*Momordica charantia*) y tabaco silvestre (*Nicotiana glauca*) (Félix *et al*., 2007) mientras que en el estado de Baja California Sur, Holguín *et al.* (2004) encontraron como hospederos alternos del virus del mosaico dorado del chile (Pepper Golden Mosaic Virus, PepGMV) al toloache (*Datura discolor*) y la manzanita del Perú (*Nicandra physaloides*). Wintermantel *et al*. (2009) detectaron un grupo de malezas hospederas

del CYSDV, aun cuando este no pertenece al género begomovirus, se demuestra como las malezas son un principal foco de propagación de virus fitopatógenos, dentro de este grupo se encontró la especie malva alcalina (*Sida hederácea)*, *Physalis wrightii* y *Cucurbita foetidissima* conocida en México como calabacilla loca.

Las técnicas moleculares basadas en la amplificación de regiones conservadas de los componentes de los geminivirus, han permitido diseñar nuevos oligonucleótidos que sirven para utilizarse como método de diagnóstico en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que permiten la detección cualitativa y semicuantitativa de bajas concentraciones de geminivirus, identificando todos los grupos de patógenos que pueden estar presentes, incluso cuando las muestras procedan de material vegetal, por lo que el método ha permitido la identificación oportuna de este tipo de virus, así como la identificación de sus nuevas variantes aumentando la comprensión de su ecología y epidemiología (Martín *et al.,* 2000; Lugo *et al*., 2011).

La importancia de estos patógenos en México, y debido al papel que representan las malezas como hospederos alternos participando en la propagación del agente viral, así como la escasa información disponible llevaron al presente trabajo con el objetivo de determinar la presencia de begomovirus en cultivos de la familia cucurbitácea y en malezas intercaladas y circundantes tanto a cielo abierto como en casa sombra en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectó material vegetal de especies de cucurbitáceas en cultivos establecidos a cielo abierto y malla sombra así como malezas intercaladas y circundantes en varias localidades de los estados de Coahuila y Durango, durante los ciclos agrícolas de los años 2015 y 2016, y se analizaron las muestras en los laboratorios de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en Biociencia, S.A., éste último localizado en la ciudad de Monterrey, N.L.

Muestreo

Durante los años 2015 y 2016 se seleccionaron y se recolectaron plantas con síntomas y sin síntomas de virosis consistentes en mosaicos, clorosis, decoloración intervenal, enrollamiento de hojas, deformación de frutos y achaparramiento. El material vegetal se identificó y fue depositado en bolsas de plástico para ser trasladadas al laboratorio. Las colectas se realizaron en varias localidades de los municipios de Matamoros, Coahuila; Tlahualilo y Lerdo en el estado de Durango (Cuadro 1). En total se analizaron 125 muestras de diferentes especies de la familia cucurbitácea, y 17 muestras de malezas incluidas especies de las familias Solanaceae, Malvaceae, Cucurbitaceae, Amaranthaceae, Asteraceae y Portulacaceae (Cuadro 2).

Numero de muestras	Especie	Localidad	Sistema de producción
10	Calabaza	Santa Ana del Pilar, Coahuila	Cielo abierto
30	Melón	Nueva Vista, Coahuila	Cielo abierto
23	Pepino	El Pilar, Coahuila	Malla sombra
10	Sandía	Tlahualilo, Durango	Cielo abierto
10	Melón	Tlahualilo, Durango	Cielo abierto

Cuadro 1. Plantas Cucurbitáceas recolectadas en localidades de Coahuila y Durango en el año 2015.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri* S. Watson	quelite
Asteráceae	*Ambrosia psilostachya* DC.	hierba amargosa
Asteráceae	*Xanthium strumarium* L	cadillo
Cucurbitaceae	*Cucurbita foetidisima* H. B. K.	calabacilla loca
Malvaceae	*Malva parviflora* L	malva
Malvaceae	*Sphaeralcea angustifolia* Cav. D. Don	hierba del negro
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	verdolaga
Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium* Cav.	trompillo

Cuadro 2. Malezas recolectadas en localidades de Coahuila y Durango en el año 2015.

Extracción de DNA

La extracción de DNA de las muestras se llevó a cabo de manera individual utilizando el kit DNAzol ES^MR (MRC, E.E.U.U.) siguiendo las instrucciones del fabricante con ligeras modificaciones. Se colocaron de 100 a 200 mg de tejido fresco en un tubo de centrifuga de 1.5 ml. y se maceró el tejido con un pistilo. Se adicionaron 0.6 ml de DNAzol® ES mezclando vigorosamente en vortex y se dejó reposando a temperatura ambiente durante 5 min. Se adicionaron 0.6 ml de cloroformo y se volvió a mezclar en vortex. Se dejó reposar otros 5 min y se centrifuga a 12,000 X g durante 10 min.

Se transfirió el sobrenadante a un tubo nuevo y estéril mezclando por inversión con 0.75 volúmenes de etanol frío. Se almacenaron los tubos a temperatura ambiente durante 5 min y se sedimentó el DNA precipitado en microcentrifuga a 5,000 X g por 4 min. Se decantó y se lavó la pastilla con 0.6 ml de una mezcla de DNAzol ES y etanol absoluto en proporción 1:0.75 volúmenes. Se almacenaron las muestras durante 5 min a temperatura ambiente y se centrifugó a 5,000 X g por 4 min. Se decantó y se dejaron los tubos en posición invertida durante 5 min o hasta secarse.

Se resuspendió la pastilla en 25 μL de amortiguador TE (10 mM Tris-HCl + 1 mM EDTA) y se estimó la cantidad y calidad del DNA por espectrofotometría con un equipo Take 3^MR (BioTec, E.E.U.U.). Se almacenó el DNA en congelación hasta su uso.

Detección e identificación de *Begomovirus*

La amplificación del DNA viral se realizó en volúmenes de 25 μL en un termociclador MiniCycler™ (MJ Research, E.E.U.U.) con los siguientes componentes y concentraciones finales: 1 unidad de go-Taq DNA polimerasa (Promega, E.E.U.U.), 1X de amortiguador de PCR, 2.5 mM de $MgCl_2$, 0.2 mM de una mezcla de los cuatro dNTP's, además de 20 picomoles de los primers genéricos degenerados pRV324/CoPR 5´-GCCYATRTAYAGRAAGCCMAG-3´; 5′-GANGSATGHGTRCADGCCATATA-3´ (Wyatt y Brown, 1996; Zhang *et al.,* 2008), y 2 μL del DNA. Las reacciones se efectuaron siguiendo un programa con una temperatura inicial de 94°C durante 4 min, seguido por 35 ciclos de 94°C 60 seg, 50°C 45 seg, y 72°C 45 seg; con una temperatura de 72°C de extensión final por 6 min. La visualización de los productos amplificados se hizo mediante electroforesis en geles de agarosa al 1% teñidos con bromuro de etidio (20 μg/40 ml) después de una corrida a 62 volts por 5 minutos seguido de 100 volts por 40 minutos. Los geles fueron observados en un transiluminador de luz UV® (Labnet, E.E.U.U.) realizando una comparación en la talla de los fragmentos obtenidos con el marcador de peso molecular ladder-100® de Axygen Biosciences, E.E.U.U. Los productos de amplificación fueron enviados para su secuenciación a la compañía Macrogen (E.E.U.U.) y las secuencias obtenidas fueron analizadas con el programa FintchTV y con el algoritmo BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) del National Center for Biotechnology Information (NCBI), para establecer la identidad de las secuencias de las muestras positivas.

RESULTADOS

La extracción de DNA utilizando el método del DNAzol ES fue exitosa en todas las especies vegetales analizadas. La cuantificación del DNA alcanzó niveles significativos con cantidades que oscilaron de 13 a 200 ng μL^{-1} con una buena calidad al estar en el intervalo entre 1.8-2.0 de la relación de absorbancias a longitudes de onda 260/280 nm (datos no mostrados).

Ciclo Agrícola 2015

En la primera etapa se extrajo DNA de 24 muestras representativas, donde siete fueron positivas a begomovirus en las que se encontraban melón, pepino y sandía, así como una especie de calabaza silvestre, obteniéndose fragmentos de aproximadamente 575 pb (Fig. 1). En una segunda etapa se trabajaron 59 muestras entre cucurbitáceas y malezas, y se analizaron por PCR seis especies de malezas dando reacción positiva la calabaza silvestre, trompillo, malva y verdolaga (Fig. 2). De las especies colectadas de malezas no hubo amplificación para begomovirus en hierba amargosa, hierba del negro, cadillo y quelite. Una vez secuenciados los productos de la amplificación de los begomovirus presentes en tejido vegetal y comparando las secuencias obtenidas con el GenBank se

encontró una similitud del 98% con el virus del arrugamiento de la hoja de las cucurbitáceas (CLCrV) correspondiendo al aislado de Arizona con clave de acceso AF256200.4 (www.ncbi.nlm.nih.gov).

También se encontraron los begomovirus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en verdolaga de la localidad El Pilar, Coahuila, y en trompillo de Tlahualilo, Durango, con un 91-92% de similitud comparado con la accesión KJ634237.1; mientras que en malva se detectó el virus del amarillamiento y enrollamiento de la hoja de tomate (TYLCV) mostrando una similitud de 98% con la accesión KM506955.1 (Cuadro 3).

Ciclo Agrícola 2016

Durante el ciclo agrícola 2016, se analizaron 59 muestras de melón, pepino y sandía, de las cuales 20 resultaron positivas: 10 muestras de melón y 8 de pepino colectadas ambas en Matamoros, Coahuila; y 2 muestras de sandía de San Pedro, Coahuila (Fig. 3). Después de secuenciar muestras representativas a cada cultivo, se encontró que todas tenían una similitud del 97% con el virus del arrugamiento de la hoja de las cucurbitáceas (CLCrV).

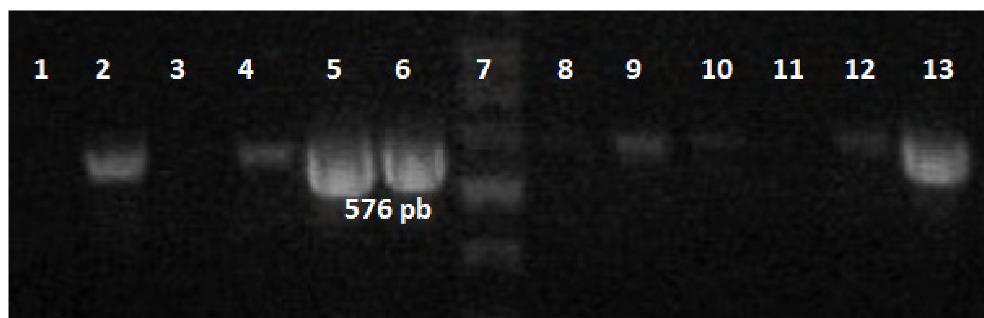


Figura 1. Amplificación por PCR del DNA de begomovirus en cucurbitáceas usando los primers pRV324/CoPR y visualizados en un gel de agarosa al 1%. Carriles 1-2 calabaza, 3-4 calabaza silvestre, 5-6 melón, 7 marcador de peso molecular escalera-100 (Axygen®), 8 pepino asintomático, 9-10 pepino sintomático, 11-12 sandía y 13 control positivo.



Figura 2. Amplificación por PCR del DNA de begomovirus en malezas usando los primers pRV324/CoPR y visualizado en un gel de agarosa al 1%. Carriles 1 trompillo, 2 verdolaga, 3 malva, 4 hierba amargosa (colectadas en el Ej. El Pilar, Coah.), 5 trompillo, 6 hierba del negro (colectada en Tlahualilo, Dgo.), 11 control positivo, M marcador de peso molecular escalera-100 (Axygen^MR).

Virus	Hospedante	Sitio de colecta
CLCrV	Melón Sandía Pepino Calabacilla loca	Matamoros, Coahuila Tlahualilo, Durango El Pilar, Coahuila El Pilar, Coahuila
PepGMV	Trompillo Verdolaga	Tlahualilo, Durango El Pilar, Coahuila
TYLCV	Malva	El Pilar, Coahuila

Cuadro 3. *Begomovirus* detectados en el ciclo agrícola primavera-verano 2015 en especies de cucurbitáceas y malezas de localidades productoras de la Región Lagunera.

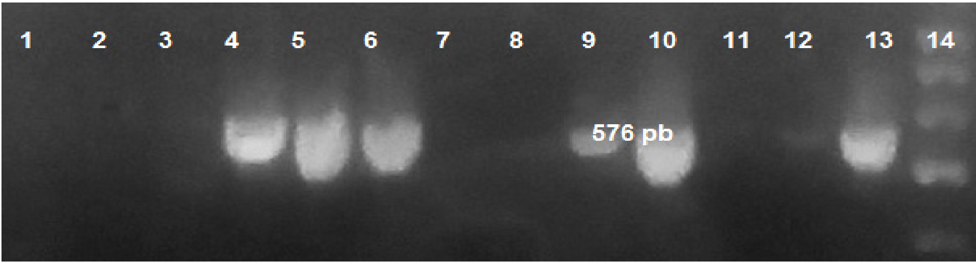


Figura 3. Amplificación por PCR del DNA de begomovirus en cucurbitáceas usando los primers prV324/CoPR en un gel de agarosa al 1%. Carriles 1 melón Tlahualilo, Dgo., 2-6 melón Matamoros, Coah., 7-8 melón San Pedro, Coah., 9-10 sandía San Pedro, Coah., 11-12 calabaza San Pedro, Coah., 13 control positivo , 14 marcador de peso molecular escalera-100 (Axygen^{MR}).

DISCUSIÓN

Varias muestras obtenidas a partir de tejido vegetal de cucurbitáceas y malezas colectadas en zonas productoras de los estados de Durango y Coahuila, dieron positivas al virus CLCrV. Estas muestras positivas fueron de sandía, melón, pepino, y calabacilla loca (maleza) ubicada en áreas circundantes a los cultivos de interés, lo anterior coincide con los estudios realizados por Brown *et al.* (2002) en Arizona y Texas en E.E.U.U. y en Coahuila, México quienes aislaron al virus de diferentes especies de cucurbitáceas incluidos los ya mencionados en esta investigación. Otros resultados similares fueron reportados por Hagen *et al.* (2008) donde detectaron la presencia del begomovirus en melón, calabaza y sandía en el Valle Imperial de California, E.E.U.U.

El papel de las malezas en la epidemiologia de las enfermedades causadas por begomovirus es bien conocido porque es el puente para la transferencia de estos virus mediante vectores a los cultivos provocando brotes todo el año (Khan *et al.*, 2012). En este trabajo se logró identificar en las malezas de trompillo, verdolaga y malva tanto en localidades del estado de Coahuila como en Durango lo cual apoya a Jones (2003) quién reportó a la malva como reservorio de TYLCV, este Geminivirus es una amenaza a nivel mundial para el tomate y otros cultivos agrícolas (Khan *et al.,* 2007).

La presencia de virus fue mayor en cultivos establecidos en siembras tardías, ya que durante la colecta se observó el establecimiento de mosquita blanca, considerada principal

vector de begomovirus (Verbeek *et al*., 2013), y es considera una plaga de gran impacto económico que afecta a los cultivos agrícolas en todo el mundo (Thompson, 2011).

Además del CLCrV, en el presente trabajo se identificaron a los virus PepGMV y TYLCV, los cuales son comunes en la región pero tienen mayor ocurrencia en tomate. También se encontró al virus WmGV en plantas de calabaza, todos ellos asociados con una alta población de mosquita blanca en comparación con la siembra temprana (datos no mostrados), por lo que los resultados encontrados se relacionan con el establecimiento del insecto. Los begomovirus son transmitidos por *B. tabaci* llegando a causar pérdidas del rendimiento de 20 al 100% según lo reportado por Brown y Bir (1992). *B. tabaci* es considerada una de las 100 especies invasivas a nivel mundial por su capacidad de atacar a más de 900 plantas hospederas (McKenzie *et al*., 2012) por lo que se explica la distribución de los virus en diferentes localidades y especies de plantas.

CONCLUSIONES

Mediante la técnica de PCR punto final se detectó la presencia de begomovirus en muestras de plantas de la familia cucurbitácea y en malezas con y sin síntomas, en los zonas productoras de la Región Lagunera durante los años 2015 y 2016. Los begomovirus identificados fueron el virus del arrugamiento de la hoja de las cucurbitaceas (CLCrV) en melón, sandía, pepino y calabaza, el geminivirus de la sandía (WmGV) en calabaza, el virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en verdolaga y trompillo, y el virus del enrollamiento de la hoja amarilla (TYLCV) en malva.

REFERENCIAS

Brown, J.K. and J. Bird. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. Plant Disease 76:220- 225.

Brown, J.K., A.M. Idris, C. Alteri, and D.C. Stenger. 2002. Emergence of a new cucurbit-infecting *begomovirus* species capable of forming viable reassortants with related viruses in the Squash leaf curl *virus* cluster. Phytopathology 92:734-742.

Garzón T., J.A., T.J. Celis Aramburo, S. Velarde Félix, O.G. Cárdenas Valenzuela, M.C. Aviléz González, C. Reyes Moreno y J.L. Martínez Carrillo. 2007. Maleza hospedante de geminivirus. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia de las Malezas. pp263.

Félix-Gastélum, R., M.A. Magallanes-Tapia, J. Méndez-Lozano, H. Huet, J.A. Trigueros-Salmerón y R.M. Longoria-Espinoza. 2007. Detección del virus mosaico amarillo de la calabaza zucchini (ZYMV) y su coinfección con otros virus en Cucurbitáceas cultivadas y plantas silvestres en el Valle del Fuerte Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología 25:95-101.

Hagen, C., Rojas, M.R. Sudarshana, B. Xoconostle Cazares, E.T. Natwick, T.A. Turini, and R.L. Gilbertson. 2008. Biology and molecular characterization of Cucurbit leaf crumple virus, an emergent cucurbit-infecting begomovirus in the Imperial Valley of California. Plant Disease 92:781-793.

Holguín, R.J., R. Vázquez Juárez, y R.F. Rivera Bustamante. 2004. Rango de hospedantes, incidencia y filogenia del virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en Baja California Sur, México. Revista Mexicana de Fitopatología 22:206-215.

International Comitee on Taxonomy of Virus. Recuperado Abril de 2015. http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp

Jones, D.R. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. European Journal of Plant Pathology 109: 195-219.

Khan, M.S., S.H. Ji, and S.C. Chun. 2012. *Begomovirus* and their emerging threats in South Korea: A review. Plant Pathology Journal 28:123-136.

Khan, A.A., M.S. Khan, S.K. Raj, and Q.A. Naqvi. 2007. Molecular identification of a *Begomovirus* causing yellow vein disease on Calendula officinalis in India. EPPO Bulletin 37:420-426.

Lugo, M.O.Y., U.R. Guzmán, E.R.S. García y F.J. León. 2011. Geminivirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate del Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa. Revista Mexicana de Fitopatología 29:109-118.

McKenzie, C.L., J.A. Bethke, F.J. Byrne, J.R. Chamberlin, T.J. Dennehy, A.M. Dickey, D. Gilrein, P.M. Hall, S. Ludwig, R.D.L. Oetting, S. Osborne, L. Schmale, and R.G. Shatters. 2012. Distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in North America after the Q invasion. Journal of Economic Entomology 105: 753-766.

Martin, R.M., J. Delano, and C. André Lévesque. 2000. Impacts of molecular diagnostic technologies on plant disease management. Annual Reviews Phytopathology 38:207-239.

Morales, F.J. 2011. Interaction between Bemisia tabaci, begomoviruses, and plant species in Latin America and the Caribbean. *In*: W. M. Thompson, The Whitefly, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants. Springer. Netherlands. pp. 15-49.

National Center for Biotechnology Information. Recuperado en mayo de 2015, de National Center for Biotechnology Information: www.ncbi.nlm.nih.gov/

Navas-Castillo, J., E. Fiallo Olivé, and C.S. Sánchez. 2011. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. Annual Reviews Phytopathology 49:219- 248.

SIAP. 2014. Secretaria de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación. Recuperado el 29 de Octubre de 2015 **http://www.sagarpa.com.mx**.

Thompson, W.M.O. 2011. Introduction: Whiteflies, Geminiviruses and recent events. **In:** W.M. Thompson, editors. The Whitefly, *Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae)* Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants. Springer. Netherlands. pp.1-13.

Verbeek M., Van Bekkum, P.J., Dullemans, A.M., and Van der Vlugt, R.A. 2013. Torradoviruses are transmitted in a semi-persistent and stylet-borne manner by three whitefly vector. Virus Research 186**:** 55–60.

Wintermantel, W.W., L.L. Hladky, and A.A. Cortéz. 2009. A new expanded host range of Cucurbit yellow stunting disorder virus includes three agricultural crops. Plant Disease 93:685-690.

Wyatt, S.D. and J.K. Brown. 1996. Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate and polymerase chain reaction. Phytopathology 86:1288-1293.

Zhang, Y.P., M.W. Zhu, H.M. Cui, Y. Qiu, K. Sha, Y.H. Wan, L.Y. Zhu, L. Yu, and Z. Hui. 2008. Molecular identification and the complete nucleotide sequence of TYLCV isolate from Shangai of China. Virus Gene 36:547-5.

CAPÍTULO 12

IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO SERINGAL

Data de aceite: 02/05/2022

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

Antônio Lúcio Mello Martins
APTA Polo Regional Centro Norte
Pindorama/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1092498137289104

Marli Dias Mascarenhas Oliveira
APTA – Instituto De Economia Agrícola
São Paulo/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/6205294317598755

Ivana Marino Bárbaro-Torneli
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

José Antônio Alberto da Silva
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

Monica Helena Martins
368.943.028-39
http://lattes.cnpq.br/5441544099134812

Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo
105.872.268-97
ORCID ID0000-0001-8278-7545

RESUMO: A implantação de um projeto heveícola requer avaliação de vários aspectos e detalhes para que tenhamos êxito. A heveicultura é uma atividade de longo prazo e alguns cuidados precisam ser tomados, desde a escolha da área para implantação até a adoção de boas práticas agrícolas. Numa cultura perene, temos que tomar o máximo cuidado pois, uma vez instalado o plantio, não há como refazê-lo. É de suma importância acompanhamento técnico especializado e orientação correta desde a escolha da área para implantação do projeto, preparo e conservação do solo para plantio, escolhas das mudas, e clones que serão usados, além das práticas de manejo e condução do seringal até a entrada em sangria. O objetivo do presente trabalho é disponibilizar um Guia de Boas Práticas para o cultivo da seringueira descrevendo os principais cuidados que devem ser tomados desde a escolha da área para instalação do seringal até o início de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Seringueira, implantação, condução seringal.

IMPLEMENTATION AND CONDUCTING OF THE RUBBER TREE PLANTATION

ABSTRACT: The implantation of a rubber tree requires evaluation of several aspects and details of the project in order for us to be successful. Rubber plantation is a long-term activity and some care needs to be long, from choosing the area for implantation to the adoption of good agricultural practices. In a perennial crop, we have to be very careful because, once the planting is installed, there is no way to redo it. It is extremely important specialized technical monitoring and correct guidance from the choice of area for project implementation, preparation and conservation

of the soil for planting, choices of seedlings, and clones that will be used, in addition to the practices of management and conduction of the rubber plantation until the entrance in bloodletting. The objective of the present work is to provide a Guide to Good Practices for the cultivation of rubber trees, describing the main care that must be taken from the choice of the area for the installation of the rubber tree to the beginning of production.
KEYWORDS: Rubber tree, implantation, rubber tree development.

INTRODUÇÃO

A cultura da seringueira possui algumas peculiaridades. Por ser uma cultura perene (produzindo por mais de 40 anos se bem conduzida) e demorar em média 7 a 8 anos para início da produção, alguns cuidados e orientações devem ser seguidos para que se obtenha sucesso.

- **Escolha da área para instalação do seringal:**

O primeiro passo, a ser considerado na implantação de um projeto heveícola é verificar se a região está enquadrada em área favorável ao seu desenvolvimento, conforme Zoneamento Agroclimático para a cultura (Gonçalves et al., 2010). Deve-se analisar bem os mapas e a localização das áreas onde se pretende implantar a cultura, pois existem áreas com restrições a doenças e outras com restrições hídricas, de temperatura, sujeitas a geadas e ventos frios, etc.

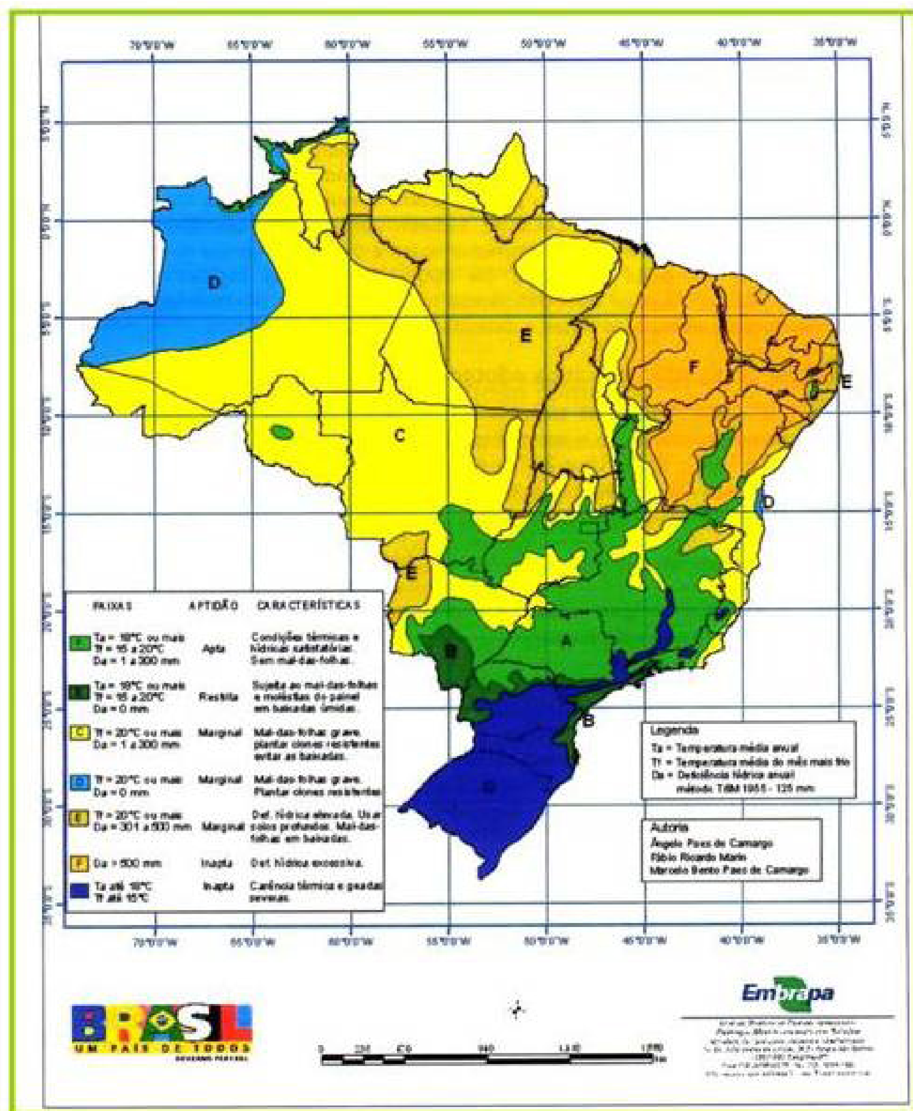


Figura 1: Mapa de Zoneamento Agroclimático para seringueira no Brasil (EMBRAPA, 2003).

Além desse enquadramento, outros cuidados deverão ser tomados, observando-se as características do local:

a) Exposição a ventos frios ou predominantes: na medida do possível, evitar áreas expostas a tais fatores. Caso contrário, cuidados especiais deverão ser tomados no sentido de amenizar os efeitos maléficos, como quebra-ventos, que podem ser de culturas anuais de porte elevado, ou mesmo leguminosas com porte que atendam à essas exigências.

b) Profundidade do solo: para o perfeito desenvolvimento do sistema radicular da

cultura da seringueira, exige-se uma profundidade mínima de aproximadamente 4 metros, livre de qualquer impedimento, ou de encharcamento.

c) Acúmulo de ar frio: nos primeiros anos de formação a seringueira é susceptível ao efeito de baixas temperaturas, razão pela qual devem ser evitadas baixadas com acúmulo e má drenagem de ar frio.

d) Isolamento da área: considerar os aspectos relacionados a riscos de incêndios como áreas de pastagens, canaviais, capoeiras, etc., mantendo a área aceirada.

e) Topografia: evitar áreas muito íngremes, a fim de facilitar a mecanização, os tratos culturais e a explotação.

f) Presença de animais silvestres: evitar o plantio em áreas onde a concentração de animais silvestres é grande e não é possível afasta-los. Em alguns estados fez-se plantios em áreas onde houve muito problema principalmente nos primeiros anos de implantação devido ao ataque de antas, javalis e capivaras, que provocam sérios danos nas plantas.

- **Escolha das mudas:**

A escolha das mudas está diretamente interligada ao sucesso e homogeneidade do plantio. O produtor não deve optar por mudas baratas e de má qualidade. Dê preferência a viveiristas idôneos que possuam origem genética das sementes usadas para produção dos porta enxertos, onde conste qual clone foi utilizado e onde as mesmas foram adquiridas. Existem clones que não são recomendados como porta enxerto devido à suscetibilidade a podridão de raiz, outros são recomendados para regiões mais secas (tolerantes à seca), outros podem manifestar incompatibilidade com o enxerto (copa). As mudas devem ser produzidas respeitando-se todas as recomendações fitossanitárias exigidas para a cultura e o viveiro deve ser cadastrado no RENASEM (Registro Nacional de Sementes e Mudas) no MAPA e na CDA (Coordenadoria de Defesa Agropecuária) e possuir um responsável técnico. Além disto, exija a nota fiscal para comprovação genética do material usado para fazer a enxertia (borbulhas), isto lhe garantirá a origem genética das mudas e através destas informações será possível ter a rastreabilidade genética das plantas.

Vale salientar que existiram vários casos de produtores que adquiriram mudas de um determinado clone, plantaram e quando os seringais já estavam com 10 anos de idade, verificou-se que haviam comprado "gato por lebre". Caso haja dúvida da procedência das plantas, pode-se optar por fazer o DNA das plantas e comprovar a questão genética.

Atentando a qualidade das mudas, existem vários trabalhos demonstrando que o maior meio de disseminação de nematoides em seringueira é através das mudas, então, antes de levar material contaminado para dentro da sua propriedade, peça um laudo de comprovação de isenção de nematoides nas mudas que estão sendo adquiridas ou mande uma amostra de solo e raízes das mudas para que seja feita uma análise em laboratório credenciado.

Em 2011, a Coordenadoria de Defesa Agropecuária, de Barretos/SP, juntamente com a UNESP: (Campus de Jaboticabal e Botucatu), realizaram um levantamento amostral em 88 viveiros que produziam mudas de seringueira no estado de São Paulo e constataram que mais de 74% das amostras de raízes das mudas dos viveiros de chão, estavam contaminadas com nematoides (Gonçalves et al., 2019). Uma maneira de evitar todo este transtorno é optar por adquirir mudas produzidas em bancada suspensa com utilização de substrato. Apesar do preço da muda ser em média, atualmente, R$ 2,00 a R$ 3,00 a mais que a muda de convencional, as vantagens que a mesma apresenta com relação a rastreabilidade genética, a qualidade fitossanitária, maior índice de pegamento e desenvolvimento, homogeneidade de plantio e antecipação de entrada em sangria, com uma maior porcentagem de plantas aptas, tornam este tipo de muda a melhor opção para novos plantios.



Foto 1: Mudas de qualidade (Foto: Elaine Gonçalves)

- **Conservação e Preparo do solo:**

Para a implantação da cultura, deve-se realizar o planejamento das atividades, tais como: levantamento topográfico, alocação das estradas e carreadores, subdivisão da área em talhões e definição do plantio.

Conforme o tipo de relevo, diferentes técnicas poderão ser adotadas para o plantio:

a) Terrenos com relevo plano

Para terrenos com relevo plano, com desnível uniforme em apenas um sentido (declividade 0 a 3%), o mais indicado é o plantio em linhas retas, que pode acontecer de duas maneiras: a primeira, com linhas paralelas aos carreadores superior e inferior do talhão; a segunda, com linhas retas paralelas obedecendo à tendência das linhas de nível, que é ideal para terrenos com declive uniforme em um único sentido. Nos dois casos, a demarcação das covas deve ser feita com auxílio de linhas intermediárias.

b) Terrenos com relevo ondulado, com declividade mais acentuada

Para talhões com declividade acentuada e topografia irregular, o plantio deverá ser em nível, com a demarcação de nivelada básica.Todas as práticas de controle à erosão baseiam-se no princípio do seccionamento do declive do terreno (diminuição do comprimento da rampa) por meio de barreiras, mecânicas ou vegetativas, com o objetivo de diminuir a velocidade de escoamento das águas pluviais, evitar a formação das enxurradas e proporcionar a infiltração das águas no solo. Sobre as linhas de nível serão construídos os terraços, ou demarcadas as covas, dependendo da prática escolhida: simples plantio em nível ou terraceamento.

a) Marcação das linhas de nível

As linhas de nível deverão ser alocadas com emprego de nível de precisão. Primeiramente, é determinado o espaçamento entre as linhas de nível, podendo utilizar o espaçamento do terraço ao qual essa prática está geralmente associada, que é encontrado em tabelas (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994) em função da cultura, da prática conservacionista escolhida, do tipo do solo e do declive do terreno. Determinado o espaçamento horizontal entre as linhas de nível, ajusta-se esse espaçamento a um número múltiplo da distância entre as ruas de seringueira. Sempre que possível, duas linhas de nível devem ser transformadas em carreadores, ficando, entre elas, uma linha de nível mediana. Caso o terreno apresente duas ou mais declividades muito diferentes entre si, é aconselhável separar estas áreas diferentes por meio de carreadores em nível ou pendentes, dependendo da posição das áreas.

Deverá ser preocupação do heveicultor a ausência de ruas mortas, ou seja, ruas sem saída, pela dificuldade que causam às operações das práticas culturais em geral. Por isso, o melhor sistema de marcação das covas em nível é aquele em que, partindo-se de uma linha nível mediana, tiram-se paralelas de baixo para cima até encontrar a linha de nível superior, onde foi marcado um carreador; da mesma mediana, tiram-se paralelas para baixo até encontrar a linha de nível inferior, onde foi marcado outro carreador, ficando assim todas as ruas com saída para carreadores. Quanto menor o declive do terreno, melhor se adapta o processo descrito. Uma boa opção para terrenos com declividade entre 5% e 18% é construir terraços de base média ao longo das linhas para plantio das mudas.

b) Terraceamento

Para marcação dos terraços, obedecer, as mesmas instruções indicadas para a das linhas de nível. Sua construção é realizada com arado de discos ou terraceador. O número de passadas com trator, para construção dos terraços, depende do tipo e umidade do solo, etc. O importante é que, ao final, o terraço se apresente com dimensões suficientes para suportar as precipitações máximas da região (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 1994). Neste particular é muito importante a sua secção. As condições que desaconselham a construção de terraços são: solos rasos, onde logo abaixo da camada superficial encontra-se a rocha ou camada de impedimento; declives superiores a 18%; solos com acentuada deficiência de drenagem; terrenos muito comprometidos pela erosão; e, finalmente, os terrenos que recebem água de estradas ou de áreas vizinhas não protegidas.

Preparo da Área

Segundo MATTOS et al. (2011) o preparo da área pode ser realizado pelos seguintes sistemas:

a) Preparo Convencional

Preparar o terreno através de destoca, aração e gradagem, podendo-se utilizar as entrelinhas para o plantio de culturas intercalares, como é o caso das leguminosas para cobertura vegetal.

b) Cultivo Mínimo

Faz-se dessecação da vegetação da faixa de plantio, por meio da aplicação de herbicidas, depois recomenda-se subsolar e gradear a faixa de plantio. Deixando as linhas preparadas para plantio, que poderá ser feito em sulcos e abertura de covas com trado ou broca, desde que não compacte as laterais da cova.

A calagem deve ser feita antes da implantação, a partir dos resultados da análise de solo, sendo repetida a amostragem e a calagem se necessária de dois em dois anos. No caso do índice de saturação por bases (V) ser inferior a 40% deve-se, através do cálculo da dosagem de calcário, procurar elevar o referido índice para 50%, respeitando-se o limite de 2,0 t ha^{-1} anual.

Distribuição e dimensionamento dos talhões

Talhões em formato quadrado ou retangular são indicados para terrenos planos ou com pouca declividade. Quanto mais plano o terreno, maior o desempenho do sangrador. Os talhões irregulares, normalmente ocorrem em terrenos com alta declividade e sujeitos à erosão. Estes talhões não devem ser demasiadamente grandes ou pequenos e para facilitar o manejo, a área total de plantio deve ser dividida em blocos de até 25 hectares, sendo cada bloco um submúltiplo inteiro da área total de plantio. É necessário avaliar as perdas com carreadores, que geralmente consomem de 6 a 8% da área destinada ao plantio.

- **Plantio:**

O plantio das mudas deve ser feito de preferência no começo das chuvas, respeitando-se a área útil recomendada entre plantas de 20 m^2, fazendo-se adubação com fósforo na cova.

Respeitar os seguintes cuidados no plantio das mudas:

- Cortar o fundo do saco plástico juntamente com a raiz pivotante que possa estar enovelada no fundo do saquinho;
- Fazer um corte longitudinal no saquinho, colocando a muda no fundo da cova ainda envolta pelo saco plástico, evitando o destorroamento;
- Colocar terra até a metade da muda ainda envolta pelo saco plástico;
- Retirar o saco plástico e acabar de chegar terra na muda, sem "socar" demasiadamente;
- Evitar de todas as maneiras a quebra do torrão, pois isto acarreta morte das plantas;
- Fazer "coroa ou bacia" em volta da muda, com capacidade para no mínimo 20 litros de água;
- Irrigar logo após o plantio para acomodação da terra junto ao torrão evitando formação de bolsas de ar;
- Fazer os replantios necessários para que não fique falhas na área, ainda nos primeiros seis meses de plantio.



Foto 2: Replantio feito até 6 meses após implantação (Foto: Elaine Gonçalves)

- **Controle de Plantas Daninhas:**

A seringueira, assim como as demais plantas cultivadas, é bastante sensível à infestação e à concorrência com plantas invasoras. Estas espécies, também denominadas plantas daninhas ou plantas infestantes, possuem grande capacidade de competição por luz solar, oxigênio, umidade e nutrientes, recursos necessários ao pleno crescimento e desenvolvimento da seringueira.

Por esse motivo, as plantas devem ser sempre mantidas no limpo, especialmente na implantação e durante o primeiro ano. Nesse período, recomenda-se que o solo e a parte aérea das seringueiras estejam livres de quaisquer plantas infestantes a pelo menos um metro de cada lado da linha de plantio, durante os dois primeiros anos (Guzzo, et al., 2014).



Foto 3: Controle de plantas daninhas na linha de plantio (Foto: Elaine Gonçalves)

Esse cuidado evitará a competição e permitirá satisfatório crescimento e desenvolvimento das seringueiras, sugerindo que seja feito o manejo manual e/ou químico nas linhas do plantio e que o mato preservado nas entrelinhas seja manejado com uso de roçadeiras, mantendo o mato roçado como protetor do solo. Atenção deve ser redobrada no período seco, quando a concorrência por água se acentua e o risco de incêndio é aumentado. Para tanto, aceiros devem ser feitos nas bordas dos talhões e limites da propriedade.

- **Desbrotas:**

A desbrota consiste na eliminação da brotação indesejável, podendo ocorrer tanto,

no porta-enxerto como no enxerto em desenvolvimento. Toda brotação além do enxerto deverá ser removida assim que for constatada, permitindo maior vigor ao broto do enxerto. Caso a brotação ocorra na haste do enxerto, a mesma deverá ser eliminada manualmente com auxílio de ferramentas específicas (canivete ou tesoura de poda), o mais cedo possível, mantendo-se a haste única livre de qualquer brotação até à altura de 2,5 metros.



Foto 4: Brotação lateral e ser retirada com auxílio de tesoura (Foto: Elaine Gonçalves)

A desbrota deve ser executada por mão de obra previamente treinada, que, percorre todas as linhas de plantio pelo menos uma vez por semana. Na desbrota, é preciso tomar cuidado para não vergar as hastes das plantas mais altas.

- **Adubações:**

"A adubação mineral é o mais importante fator de aumento da produtividade agrícola" (Raij, 1992). Essa afirmativa reflete o potencial tecnológico disponível para atingir os objetivos de uma agricultura moderna e competitiva. Entretanto, a adubação não é uma prática que pode ser considerada isoladamente, devendo ser avaliada em conjunto com outras práticas que também afetam a produção e, por conseguinte, conduzem a uma maior necessidade de nutrientes. São exemplos: a calagem, a irrigação, o controle de pragas, doenças e plantas invasoras, o uso de variedades mais produtivas, o manejo eficiente do

solo, etc. É necessário, também, conhecer as interações a fim de que toda a potencialidade dos adubos possa ser traduzida em produção. A calagem constitui o fator principal para garantir a maior eficiência da adubação, a custo relativamente baixo, aumentando-se a disponibilidade dos nutrientes no solo e a sua absorção pela planta. Neste sentido, Bataglia et al. (1988) notaram, em seringais paulistas, que as glebas com baixa produtividade (<1,0 t ha^{-1}) estavam associadas a solos com acidez mais elevada (V = 27%). Apesar de trabalhos sobre a reação da seringueira à calagem serem ainda escassos, a calagem é recomendada para elevar o V a 50% no estado de São Paulo (Cardoso, 1992). Roque et al. (2004), observaram em seringal em produção, que a produtividade máxima esteve associada à saturação por bases de 57% e teor foliar de cálcio (Ca) de 8 g kg^{-1}.

Adubação de plantio

Na fase do plantio da seringueira, é indicado incorporar na cova 30 g de fósforo ($P_2O_{5)}$, 30 g de potássio (K_2O) e, em solos deficientes de zinco (teor de Zn < 0,6 mg dm^{-3} em DTPA), aplicar 5 g de Zn. Quando disponível, usar 20 L de esterco de curral curtido (Bataglia e Gonçalves et al., 1997).

Adubação de pós-plantio (primeiro ano)

Além da fase de produção de mudas e de plantio, a fase de pós-plantio é importante induzir o vigor vegetativo para garantir a precocidade de produção do seringal, no sentido de se obter produção comercial satisfatória, o mais precoce possível.

Na fase de pós-plantio, aplicar nitrogênio (N) em cobertura, em 3 parcelas de 30 g por planta durante o primeiro ano (Bataglia e Gonçalves et al., 1997).

Adubação de formação e produção

As recomendações de adubação disponíveis no Brasil, para a fase de formação e produção, restringem-se a alguns Estados produtores de seringueira. Cabe salientar ainda que existem variações nos critérios de adubação, havendo Estados que utilizam apenas análise química do solo, e outros que consideram a análise química de solo e a idade da cultura, a exemplo do estado de São Paulo (Tabela 1).

Idade	Nitrogênio	P resina		K^+ trocável, $mmol_c$ dm^{-3}	
		0-12	>12	0-1,5	>1,5
Anos	N, kg ha^{-1}	P_2O_5, kg ha^{-1}		K_2O, kg ha^{-1}	
2-3	40	40	20	40	20
4-6	60	60	30	60	30
7-15	60	50	30	60	30
>16	50	40	20	50	30

Tabela 1. Recomendação da adubação de produção em função da análise química do solo, folhas e produtividade (Bataglia e Gonçalves et al., 1997).

- **Controle de pragas e doenças:**

O cultivo da seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex. Adr. de Juss.) Müell. Arg.] em áreas de monocultura, tem favorecido o aparecimento e desenvolvimento de diversas pragas e doenças. O monitoramento e o controle das pragas e doenças nas diferentes fases da cultura são muito importantes para garantir o bom desenvolvimento das plantas, a homogeneidade do plantio, garantindo boas produtividades. No Brasil, muitas espécies de insetos são relatadas em associação com plantas de seringueira em várias regiões do país, em áreas nativas, viveiros e áreas de monocultura. As espécies consideradas pragas de importância econômica na cultura da seringueira são: ácaros, percevejo-de-renda, mandarová, formigas, cochonilhas, tripes, pragas do tronco e coleobrocas. O período de formação do seringal é uma fase de grande importância para o futuro do empreendimento. A uniformidade do plantio deve ser a regra, levando para o campo apenas as melhores mudas, se possível com dois lançamentos maduros. Nesta fase, as doenças também devem ser evitadas e controladas, para não comprometer o "stand", o crescimento das plantas, a formação da copa e o número de plantas que devem entrar em sangria no futuro. As doenças foliares são praticamente as mesmas que ocorrem na fase de jardim clonal, porém a intensidade de ataque depende da região de plantio, dos clones utilizados e da época do ano. Com relação as doenças que tem acometido os plantios nos diferentes Estados de cultivo, durante a fase de formação. podemos citar: mal das folhas, antracnose, oídio, cancro do enxerto, crosta negra, podridão de raízes, rubelose, seca de ponteiros de *Phomopsis*, e os nematoides do Gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

O nematóide *M. exigua* é espécie originária do Brasil, que atualmente, encontra-se disseminada em todas as áreas cultivadas com café no país, uma vez que o cafeeiro é o seu hospedeiro principal. Vários estudos comprovam que populações oriundas de cafeeiro e seringueira apresentam diferenças bioquímicas quanto à enzima esterase, com a detecção de quatro fenótipos, E1, E1a, E1b e E2 e raças fisiológicas, sendo que a Raça 3 de *M. exigua,* parasita somente a seringueira (e não o cafeeiro), enquanto que a Raça 1 é aquela composta por indivíduos que infectam apenas o cafeeiro e o pimentão e a Raça 2 por indivíduos que infectam o cafeeiro, pimentão e tomateiro. Portanto, como o nematoide *M. exigua* Raça 3 somente parasita a seringueira, sua disseminação para áreas livres ocorrerá principalmente por meio de mudas de seringueiras contaminadas (Oliveira & Oliveira, 2019).

- **Preparo do seringal para entrada em sangria:**

Quando o seringal estiver prestes a entrar em produção, normalmente ao redor dos seis aos oito anos após o plantio das mudas, algumas providências deverão ser tomadas no sentido de racionalizar as operações de explotação. Deve-se proceder ao levantamento das plantas aptas para sangria. Isso é feito com auxílio de uma fita métrica, determinando-

se quantas e quais plantas apresentam condições de entrada em regime de explotação. As plantas aptas a sangria, são aquelas que à 1,30 m do solo apresentarem circunferência igual ou maior que 45 cm e tiverem no mínimo 6 mm de espessura de casca. Satisfeita a condição técnica, devem ser analisados fatores de ordem socioeconômicos, como o preço do produto, número de árvores aptas por hectare, custo da mão de obra e retorno econômico da operação. Analisando-os, toma-se a decisão de colocar ou não o seringal em sangria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A heveicultura é uma atividade de alto risco se considerarmos todos os cuidados que devem ser tomados desde a escolha da área até a entrada em sangria. Qualquer erro poderá comprometer o futuro investimento. Siga as principais dicas e cuidados apresentados aqui, evite modismos, recomendações feitas por aventureiros sem conhecimento técnico integrado e experiência no assunto. Evite utilização de produtos milagrosos, não avaliados cientificamente, Escolha áreas adequadas, invista em mudas de qualidade genética e fitossanitária. O sucesso de um empreendimento heveícola depende essencialmente de acompanhamento e orientação técnica especializada.



Foto 5: Seringal bem implantado, elevado número de plantas para entrada e sangria, (Foto: Elaine Gonçalves)

REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O.C.; CARDOSO, M.; CARRETERO, M.V. Situação nutricional de seringais produtivos no Estado de São Paulo. Bragantia, v. 47, n.1, p.109-123,1988.

BATAGLIA, O.C.; GONÇALVES, P.S. Seringueira. In: RAIJ, B.van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A, FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. p.243. (Boletim técnico, 100).

CARDOSO, M. Seringueira. In: RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1992. 285p. (Boletim Técnico, 100).

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Terraceamento agrícola. Campinas, 1994. 39p. (CATI. Boletim Técnico, 206).

EMBRAPA, 2003. Camargo, Ângelo Paes de. **Zoneamento climático da heveicultura no Brasil** / Ângelo Paes de Camargo, Fábio Ricardo Marin, Marcelo Bento Paes de Camargo. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, Documentos, 24, 2003. 19 p.

GONÇALVES, E. C. P., et al. **A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: CATI, 2010. 163 p. (CATI. Manual técnico, 72).

GONÇALVES, E.C.P., OLIVEIRA, M.D.M., SCHMIDEK, A., SILVA, J.A.A. **Desenvolvimento de mudas de seringueira no campo, produzidas em bancada suspensa.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 16, n. 2, p 1-6 Jul-Dez 2019.

GONÇALVES, P. S.; AGUIAR, A. T. da E.; COSTA, R. B. da; GONÇALVES, E. C. P.; SCALOPPI JÚNIOR, E. J.; BRANCO, R. B. F. Genetic variation and realized genetic gain from rubber tree improvement. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v.66, n.1, p.44-51, 2009.

GUZZO, C. D.; CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; GONÇALVES, E. C. P.; GIANCOTTI, P. R. F. **Weed control strips influences on the rubber tree growth.** American Journal of Plant Sciences, v. 05, p. 1059-1068, 2014

MATTOS, M. A. N.; VISCHI FILHO, O. J.; DE LUCCA, C.A.; GONÇALVES, E. C. P.; BACCHIEGA, A. N.; MARTINS, A.L.M. **Práticas conservacionistas na heveicultura**. Revista Lateks, v. 11, p. 50-54, 2011.

OLIVEIRA, M. D. M.; OLIVEIRA, C.M.G. **Nematoides em seringueiras: um relato de baixa rentabilidade.** Análises e Indicadores do Agronegócio, v. 14, n.7, julho 2019. Pagina?

OLIVEIRA, M.D.M; GONÇALVES, E.C.P. **Impactos do SarS-CoV-2 na produção de borracha natural no estado de São Paulo.** Análises e Indicadores do Agronegócio, v.5, n.8, p. 1-9, 2020.

RAIJ, B. van. Algumas reflexões sobre análise química de solo para recomendação de adubação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 202. Piracicaba, 1992. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1992. p. 71-87.

ROQUE, C.G., PRADO, R.M., NATALE, W. et al. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.5, p.485-490, 2004.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; VALVERDE, S. R.; ALVES, R. R.; SANTOS, F. L. dos. **Análise econométrica da demanda brasileira de importação de borracha natural, de 1964 a 2005**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1133-1142, 2008.

WILCKEN, S. R. S.; GABIA, A. A.; BRITO, P. F.; FURTADO. E. L. **Nematoides fitoparasitas em seringais do Estado de São Paulo.** Summa Phytopathologica, Botucatu-SP, v. 41, n.1, p. 54-57, 2015.

CAPÍTULO 13

MEXOIL: NUEVA VARIEDAD DE HIGUERILLA PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE INDUSTRIAL DE MALEZA A CULTIVADA

Data de aceite: 02/05/2022

Hernández Martínez Miguel
Campo Experimental Bajío INIFAP

Medina Cazares Tomas
Campo Experimental Bajío INIFAP

ANTECEDENTES

En México, al igual que el resto del mundo, existe gran preocupación por el inminente agotamiento del combustible fósil denominado petróleo (Barajas, 2004) y sus derivados; y por el cambio climático (Caballero, *et al*, 2007) provocado principalmente por las emisiones de contaminantes vehiculares. Una alternativa viable y en el corto plazo, es la producción de biomasa a partir de los cultivos bioenergéticos (Cuadra 1981) para la producción de bioetanol está el sorgo dulce y para biodiesel la higuerilla (*Ricinus communis* L.), produciendo energías renovables y que reducen significativamente la contaminación ambiental, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Los cultivos bioenergéticos que el Gobierno Federal está apoyando a partir del 2008 (Antoni Osuna, 2008), para la producción de biodiesel, es el cultivo de higuerilla y del piñón mexicano, ya que se extrae el aceite del grano y esté se hace reaccionar con metanol e hidróxido de sodio mediante calor para producir la reacción química de transesterificación (Allan *et al*, 2008) y obtener el biodiesel y glicerol, sin embargo, es necesario generar las variedades y paquete tecnológico para su siembra. El INIFAP a través de diversas fuentes de financiamiento ha desarrollado proyectos cuyos objetivos fueron: 1) Desarrollar variedades de higuerilla desde su estado silvestre al domesticado para zonas con potencial productivo rentable; y 2) Generar los componentes tecnológicos de densidad de siembra, fertilización y control químico de maleza. Lo anterior para recomendar la nueva variedad MEXOIL de higuerilla y el paquete tecnológico del cultivo para siembra comercial para Michoacán, Jalisco y Guanajuato, en una superficie potencial 568,825 hectáreas (suelo vertisol y precipitación de 500 a 620mm) con potencial alto de rendimiento (3 a 4 toneladas por hectárea) y una superficie con aptitud potencial medio de 1,529361 hectáreas con potencial medio de 2.0 a 2.5 toneladas por hectárea.

DESARROLLO DE LA VARIEDAD

La higuerilla (*Ricinus communis* L.), es considerada como maleza en los diferentes cultivos, sin embargo, de 2008 que se publicó la Ley de Bioenergéticos en México, se incluyó a la higuerilla, como especie para la obtención de aceite industrial para elaborar biodiesel. El INIFAP en el 2009-10, colectó 273 higuerillas

silvestres, las cuales de 2011-12 se caracterizaron: agronómicamente, bioquímicamente y molecularmente (ver Cuadro 1) en el Campo Experimental de Rosario Izapa, Chiapas; seleccionado las 16 mejores por porte agronómico, contenido de aceite, buen rendimiento y fitosanidad. Estas se evaluaron por 2 años en 13 estados del país (incluyendo Guanajuato, Jalisco y Michoacán), seleccionando las mejores para su posible liberación (en dichos estados); paralelamente se generó la recomendación de fertilización, densidad de siembra y control químico de maleza, generando la variedad y sus componentes tecnológicos para su siembra comercial. Así se generó la variedad Mexoil, la cual es una variedad de higuerilla de ciclo intermedio, indehiscente, de hábito perenne con 145 días a la cosecha. Se seleccionó experimentalmente y se validó en terreno de los productores cooperantes, para los estados de Michoacán, Jalisco y Guanajuato con un potencial de rendimiento de 2.5 a 3.5 ton/ha, en función de la precipitación (en Guanajuato 480mm y a 620 mm en Jalisco), con un contenido de aceite de 44 a 46%, con tamaño de semilla grande de color café dominante, 145 días a la cosecha y altura promedio de 2.25 m.

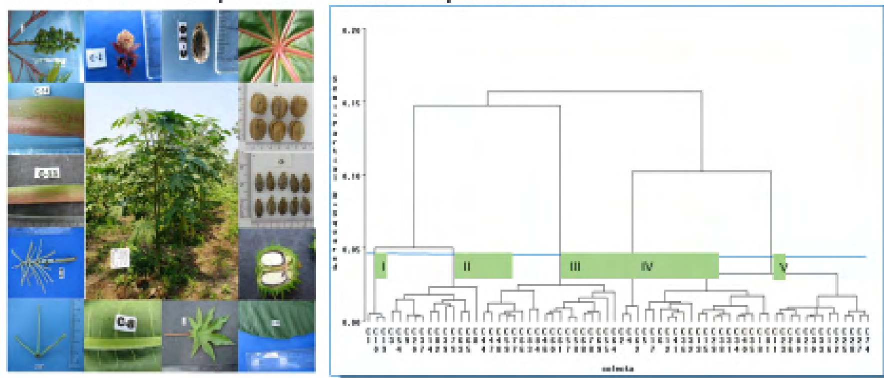
Para su validación de Mexoil, se realizó con anterioridad dos ciclos de selección masal estratificada, para uniformizar la variedad y un ciclo de recombinación, para posteriormente validarla por 2 ciclos en parcelas de productores cooperantes y paralelamente se realizó la caracterización varietal siguiendo los principios de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) “Introducción al examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad” (TG/1/3) y “Elaboración de las Directrices de Examen” (TGP/7/2), con número de registro 3568-HIG-005010218/C ante SNICS. Presenta una altura de 2.2 m con tallo de color rojizo verdoso, con tamaño de hoja grande de color verde claro, flores y racimos de color verde, los racimos son de forma circular, cuya longitud promedio es de 26 cm, la semilla es de color café rojizo, cuya longitud es de 1.5 cm y 1.3 cm de ancho, en promedio cada semilla pesa un gramo. Proviene de las 273 colectas silvestres caracterizadas en 2009-10, su adaptación comprende los estados Guanajuato, Michoacán y Jalisco, con un contenido de aceite promedio de 46% en el grano, un potencial de rendimiento promedio por hectárea de 2,550 kg en Guanajuato en temporal con 450 mm de lluvia, mientras que en Jalisco en temporal y una precipitación de 570mm el rendimiento puede llegar a 3,510 kg., la cosecha se puede realizar a mano o con trilladora con cabezal para soya (ver Cuadro 2).

Caracterización morfológica-agronómica, bioquímica y molecular de los ecotipos.

Se utilizaron descriptor varietal para la caracterización morfológica: Planta: 5; Tallo: 3; Hoja: 16; Flor femenina: 3; Flor masculina: 3; Racimo: 6; Fruto: 18 y Semilla: 7.

Bioquímica: Contenido en porcentaje y tipo de aceite.

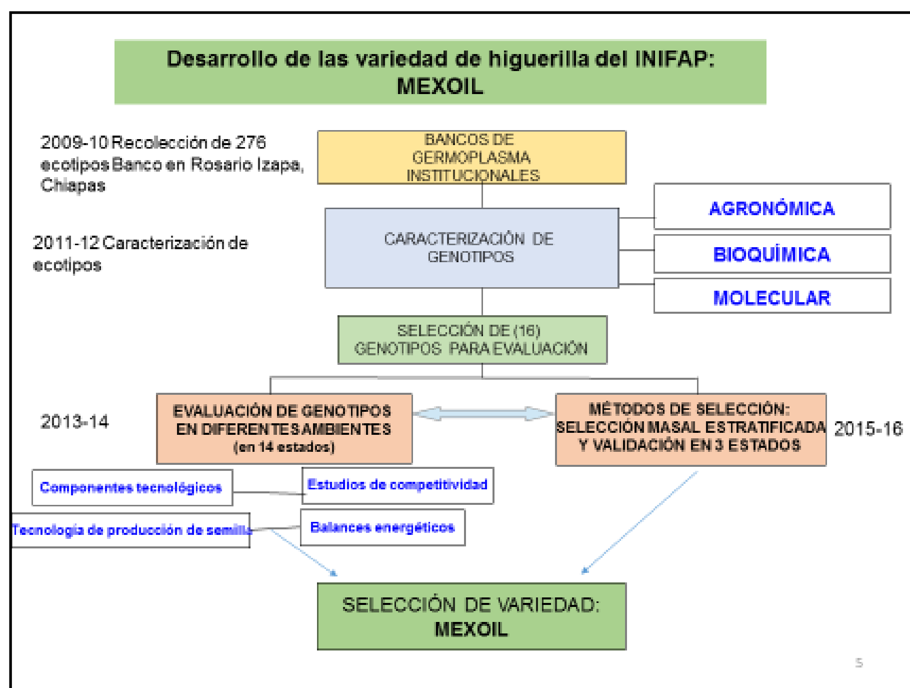
Molecular: Relaciones parentales entre los ecotipos colectados.



Descriptores varietales y dendograma de colectas de higuerilla *Ricinus communis* L.

6

Cuadro 1. Fase de la caracterización agronómica, bioquímica y molecular de ecotipos.



Cuadro 2. Esquema de desarrollo para la generación de la variedad Mexoil para la extracción de aceite industrial

COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Se realizaron tres experimentos: a) Los tratamientos de fertilización fueron 1) Testigo sin fertilización; 2) fórmula 40-40-00; 3) fórmula 60-40-00; b) los arreglos de densidades fueron: 0.75 m x 0.75 m (distancia entre hileras y entre plantas), 1.0 m x 1.0 m, 1.5 m x 1.5 m y 2.0 m x 2.0 m; c) control químico de maleza de postemergencia se evaluó 26 combinaciones de herbicidas para el control químico de maleza de hoja ancha y angosta en el cultivo de higuerilla y definir cuál mezcla presentó el menor daño a el cultivo y controló de manera eficiente ambos tipos de maleza.

VALIDACIÓN EN GUANAJUATO

En el Cuadro 3 solo se muestra los resultados de la evaluación y validación de las 6 mejores variedades de higuerilla para Guanajuato, realizada en 2015 y 2016. En el Cuadro 1 se muestra el rendimiento de los 6 mejores ecotipos evaluados en el 2005 y 2016 en el Campo Experimental Bajío, sobresaliendo los ecotipos Guanajuato: 3, 15, 4 y 1.

0rden	Cultivar	Rend. kg/ha en 2015	Altura m	Contenido de aceite%	Rend. kg/ha en 2016
1	MEXOIL	2911 a	2.20	46	2853 a
2	E-Gto-15	1745 a	2.55	48	2400 ab
3	E-Gto-4	1667 a	2.30	50	2092 bc
4	E-Gto-1	1652 a	2.15	45	2422 ab
5	Guanajuatoil	863 b	2.50	44	1477 de
6	E-Gto.-13	656 bc	2.05	47	887 fgh
Tukey 5%		410.0			470.0

** = altamente significativo; *= Letras similares son estadísticamente iguales los tratamientos, caso contrario son diferentes (Tukey 5%).

Cuadro 3. Rendimiento de la validación de los mejores cultivares de higuerilla bajo temporal en Celaya, Guanajuato. CEBAJ 2015-16.

EXPERIMENTO DE FERTILIZACIÓN

En el ciclo 2015, en el mes de 15 de junio se evaluó MEXOIL, bajo temporal con tres tratamientos de fórmula de fertilización que fueron: sin fertilizante, 40-40-00 y 60-40-00. La aplicación se hizo en forma total a la siembra. El diseño fue bloques al azar con 4 repeticiones y un tamaño de parcela de 6 platas en arreglo entre hileras y plantas de 1.5 m x 1.5 m. Se tomó altura de planta y rendimiento, número de espigas y longitud de espiga. Los resultados de la primer y segunda cosecha se sumaron y se analizaron muestran en el Cuadro 4, en donde se muestra que el tratamiento 60-40-00 fue estadísticamente superior a los demás respecto a rendimiento y altura de planta.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Altura de planta m	Período de floración días	Número de espigas	Longitud de espiga cm
60-40-00	1680 a	1.88 a	50 a	4.6 a	22 a
40-40-00	1238 b	1.44 b	42 ab	3.5 a	21 a
00-00-00	520 c	98 c	33 b	2.1 b	18 a
Tukey 5%	410	38	8	1.3	4

** = altamente significativo; *= Letras similares son estadísticamente iguales los tratamientos, caso contrario son diferentes (Tukey 5%).

Cuadro 4. Resultados de los diferentes tratamientos de fertilización respecto rendimiento, altura de planta, período de floración, número de espigas y longitud de espiga. Campo Experimental Bajío en Guanajuato en 2015 con una precipitación de 400mm.

DENSIDAD DE SIEMBRA

El experimento se estableció en 2014 y 2015, con 4 densidades entre hileras y entre plantas de 75 x 75cm, 1 x 1 m, 1.5 x 1.5m y 2 x 2m con el ecotipo MEXOIL, bajo diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y tres repeticiones, cada parcela útil consto de 6 plantas por tratamiento. Se depositó dos semillas por punto de siembra en húmedo, con la fórmula de fertilización más alta 60-40-00 por hectárea depositando la cantidad que le corresponde a cada planta en base a la densidad por hectárea. Se obtuvo la primera cosecha a los 120 días y la segunda cosecha a fines diciembre - principios de enero, obteniendo mayor rendimiento en la segunda cosecha siendo significativamente superior a la primera. En el Cuadro 5 se muestra los resultados de los 2 años, sobresaliendo el arreglo con mayor rendimiento fue 1.5 x 1.5 m, seguido por el arreglo 1.0 x 1.0m, luego el de 2.0 x 2.0 m y el de menor rendimiento fue el de 0.75 x 0.75m.

Distancia entre hileras y plantas m	Rendimiento 2009 kg/ha	Rendimiento 2010 kg/ha	NE y LE en cosecha	Días a la cosecha promedio
1.5 x 1.5	1930 a*	2150 a	28 y 24cm	130 b
1.0 x 1.0	1670 a	1820 ab	24 y 22 cm	123 c
2.0 x 2.0	1576 b	1510 bc	28 y 26 cm	140 a
0.75 x 0.75	1320 b	1190 c	20 y 18 cm	115 d
Tukey 5%	310**	450**		6
Medias	640 B	690 A		127
Tukey 5%	40**			

** = altamente significativo; *= Letras similares son estadísticamente iguales los tratamientos, caso contrario son diferentes (Tukey 5%).

Cuadro 5. Resultados del arreglo de distancia entre hileras y entre plantas, número de espigas (NE) y longitud de espiga (LE) y promedio de días a la cosecha en 2014 y 2015.

CONTROL QUÍMICO DE MALEZA

Se probó 26 mezclas de diferentes herbicidas de postemergencia para controlar hoja ancha y angosta y los mejores que tuvieron menor fitotoxicidad al cultivo de higuerilla y mejor control de maleza se muestran en el Cuadro 6.

No.	Herbicida	Dosis/ha material comercial	% de fito-toxicidad	% de Control H. ancha	% de control H. angosta
5	Oxyfluorfen	0.5 L	20	90	0
6	Oxyfluorfen	1.0 L	30	95	0
9	Imazetapyr .	1.0 L	20	90	40
11	Mesosulfuron + Iodosulfuron metil	1.5 L	20	90	0
13	Tembotrione	0.3 L	30	80	0
17	Prosulfuron + Fusilade	50 g + 1.5 L	20	90	100
19	Topramezone	1.5 L	20	70	0
21	Pyrasulfatole + Bromoxinil	1.0 + 1.5 L	20	95	0
25	Bentazona + Select	2.0 + 1.5 L	10	90	100
26	Bentazona + Fusilade	4.0 + 3.0 L	20	90	100

Cuadro 6. Mejores mezclas que obtuvieron los mejores resultados para el control de maleza de hoja ancha y angosta de pos-emergencia.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La domesticación del ecotipo silvestre de higuerilla a través del mejoramiento genético se logró generar la variedad MEXOIL de cuyo grano contiene de 44 a 46 % de aceite industrial.

La investigación de los componentes tecnológicos de la variedad MEXOIL, generó recomendar la fertilización 60-40-00 todo a la siembra, densidad de siembra 1.5 m x 1.5 m (distancia entre hileras y entre plantas) y para el control químico de maleza aplicar la mejor combinación y dosis de Bentazona + Fusilade en dosis de 2.0L + 1.5 L/ha, para el control eficiente del complejo de maleza y que no afectará el cultivo.

AGRADECIMIENTOS

CONCYTEG: Por el financiamiento del proyecto: GTO-2009-CO2-120221.

SAGARPA-CONACYT: Proyecto (2011-2014): Desarrollo de tecnologías sustentables de producción de insumos competitivos para la obtención de biocombustibles en México. Fundación Guanajuato Produce por el financiamiento del proyecto: FGP 502/08 y FGP 563/11.

REFERENCIAS

Allan G., A. Williams, P. D. Rabinowicz, A. P. Chan, J. Ravel y P. Keim. 2008. Worldwide genotyping of castor bean germplasm (*Ricinus communis* L.) using AFLPs and SSRs. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 365-378.

Antonio O., S. 2008. Fuentes alternativas para producir biocombustibles en México Imagen agropecuaria Diciembre No. 1 2007. http://imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=27&id_art=283&id_ejemplar=1 (Consultada 12 de octubre, 2008).

Barajas, C, L. 2004. Producción de biodiesel a partir de higuerilla (*Ricinus communis* L.). 1er Seminario Internacional de Biocombustibles. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Colombia.

Borch-Jensen, C., B. Jensen, K. Mathiasen y J. Mollerup. 1997. Analysis of Seed Oil from Ricinus communis and Dimorphoteca pluvialis by Gas and Supercritical Fluid Chromatography, J. Am. Oil Chem. Soc. 74: 277–284.

Braojos G., F. R.; A. Hernández S.; O. A. Aguilar H.; R. Aguilar G.; J. Morales H.; C. A. Tapia N.; D. E. Bustos C. S. y Salinas C. 2001. Diversidad Rural en el Norte de Guanajuato. Problemas, necesidades y tendencias de desarrollo de los sistemas de producción agropecuaria y los productores: San Luis de la Paz, Gto. México. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental Norte de Guanajuato. 162 p. (Publicación Especial Núm. 1).

Caballero M., S. Lozano y B. Ortega. 2007. "Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra". Revista Digital Universitaria [en línea]. 10 de octubre de 2007, Vol. 8, No. 10. [Consultada: 08 de agosto de 2008]. Disponible en Internet: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm ISSN: 1607-6079.

Castor Oil. 2008. The Castor Oil Resource. The Only Online Bookmark You'll Ever Need for Anything Castor. http://www.castoroil.in/ (Consultada: 080808).

Cuadra V., D. 1981. *Ricinus communis* L. Ariprospectos; investigación en química aplicada (Folleto). Saltillo, Coahuila, México.4 p.

Delgado S. F. 2008. Biocombustibles de higuerilla. Teorema ambiental. http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46&id_art=2963. (Consultada 31 de octubre, 2008).

González E. M., E. Jurado., S. González E., O. Aguirre C., J. Jiménez P. y J. Navar. 2003. Cambio climático global: Origen y consecuencias. Ciencias UANL.3: 377-385.

López A., J. H. 2005. La crisis energética mundial: Una oportunidad para Colombia. Dyna 147: 103-116.

Rodríguez H. C. 2005. Plantas contra plagas 2, epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuerilla y sabadilla. Red de Acción en Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), Montecillos Estado de México. 209 p.

Rosegrant Mw., S. Msangi, T.Sulser, and R. Valmonte Santos. 2006. Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. Biofuels and The Global Food Balance Focus 14 (3) Dec 2006. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Sánchez, O.J. Y C.A. Cardona. 2005. Producción Biotecnológica De Alcohol Carburante 1: Obtención A Partir De Diferentes Materias Primas. Interciencia. 30:671-678.

Sener/ Bid/ Gtz (Edit.): Potenciales y Viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México. México, D.F., Noviembre 2006.

CAPÍTULO 14

MICOSIS EN MASCOTAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 22/03/2022

Espinosa Texis Alejandra Paula
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas. Puebla, Puebla
https://orcid.org/0000-0002-6402-7902

Avelino Flores Fabiola
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas. Puebla, Puebla
https://orcid.org/0000-0002-3261-2461

Teresita Spezia Mazzocco
Instituto Nacional de Astrofísica y Óptica Electrónica. Coordinación de Óptica. Puebla, Puebla
https://orcid.org/0000-0002-1203-2697

RESUMEN: Con la finalidad de determinar las micosis que afectan a perros y gatos de la ciudad de Puebla, México, se tomaron muestras de lesiones de 30 perros y 10 gatos de diferentes hospitales veterinarios de la ciudad de Puebla, que presentaron signos clínicos compatibles con micosis. La identificación de los hongos aislados se realizó examinando la morfología macroscópica y microscópica de la fase micelial, además para la identificación de agentes de esporotricosis se obtuvo la fase levaduriforme, así como la amplificación y secuenciación de los genes de la calmodulina y β tubulina. De las 40 muestras estudiadas se obtuvieron 12 dermatofitos, aislados de 9 perros y 3 gatos, siendo *Microsporum canis*, *Trichophyton tonsurans* y *Microsporum gypseum* los dermatofitos aislados. Por otra parte, se observaron 6 casos de esporotricosis en 4 perros y 2 gatos, los 6 cultivos de *Sporothrix* fueron compatibles con *S. schenckii*.

PALABRAS CLAVE: Micosis, dermatofitos, esporotricosis, mascotas.

MYCOSES IN PETS FROM PUEBLA, MÉXICO

ABSTRACT: The objective of the present study was to determine the mycoses from domestic pets in Puebla, México. The samples included 30 dogs and 10 cats with clinical signs of mycoses. The dermatophyte identification included macroscopic and microscopic morphology, the identification of etiologic agents of sporothrichosis included the mycelia and yeast cultures also a PCR amplification and sequencing of the calmodulin and β tubulin genes. It was possible to isolate 12 dermatophytes, from 9 dogs and 3 cats, from de 40 samples: *Microsporum canis*, *Trichophyton tonsurans* and *Microsporum gypseum* were the dermatophytes isolated. In addition, we observed 6 clinical cases from soporotrichosis in 4 dogs and 2 cats, all of them were *Sporothrix schenckii.*

KEYWORDS: Pets, sporotrichosis, *Sporothrix schenckii*.

1 I INTRODUCCIÓN

Son pocos los padecimientos micóticos que afectan a las especies animales;

aproximadamente 100 especies ocasionan problemas en animales productivos o de compañía. Las enfermedades micóticas superficiales en los animales reciben normalmente mucho menos atención que las micosis en humanos, y aunque no suelen ser mortales, si pueden afectar la calidad de vida de los mismos. Además, representa un alto riesgo zoonótico y pérdidas económicas.

1.1 Dermatofitosis o Tiña

La dermatofitosis o tiña es un padecimiento micótico superficial causado por un grupo de hongos filamentosos, queratinofílicos denominados dermatofitos, los cuales tienen tendencia a invadir la piel y sus anexos (pelos y uñas)(Boechat et al.). Son las micosis más frecuentes y constituyen del 20 al 25% de los diagnósticos de la consulta dermatológica.

Los dermatofitos incluyen las especies: *Microsporum*, *Trichophyton* y *Epidermophyton*; solo las 2 primeras se pueden aislar de animales. Aunque la dermatofitosis puede afectar a animales de cualquier edad, los animales más jóvenes están más predispuestos a una infección. El trastorno se contagia entre los animales o a partir de un ambiente contaminado. Se ha observado una incidencia mayor en albergues, en las exposiciones de gatos y en criaderos(Chermette et al.). Una doble dermatofitosis, es decir, debido a más de una especie de dermatofitos en el mismo animal, también puede ser responsable de lesiones extensas. Los dermatofitos frecuentemente aislados son: antropofílicos, zoofílicos o geofílicos, cuyo sustrato es la queratina de la piel y anexos(Segal and Elad).

1.2 Dermatofitosis felina

La dermatofitosis felina puede presentarse no sólo con distintas lesiones, sino también con distintos patrones de reacción, que son comunes a otros trastornos que se observan es esta especie. La alopecia puede ser circunscrita, difusa, con zonas de descamación, hiperpigmentación, eritema y formación de comedones, que pueden observarse en la cabeza o en las extremidades. El pelo en los bordes de las lesiones puede estar roto. En algunos casos felinos, los patrones de reacción clínicos como dermatitis, el complejo: granuloma eosinofílico y el acné de la barbilla se han asociado a infección por dermatofitos. Algunas lesiones se caracterizan por inflamación, prurito, pequeñas costras a menudo situadas en la parte dorsal del cuerpo, la cabeza y el cuello. Las lesiones extensas, pueden estar asociadas con tiña crónica en animales debilitados o con inapropiada corticoterapia. El seudomicetoma por dermatofitos, una forma que se observa en gatos de pelo largo, se caracteriza por nódulos subcutáneos que pueden ulcerarse y/o supurar(Tonelli et al.). Los aislamientos de *M. canis* obtenidos de gatos permiten destacar el papel que cumplen estos animales clínicamente sanos en la transmisión de estos dermatofitos al hombre, a otros animales domésticos y a individuos de su propia especie, lo que muchas veces pasa desapercibido. Existe actualmente un aumento considerable de las dermatofitosis humanas y de animales(Paryuni et al.; de-Oliveira-Nobre et al.).

1.3 Dermatofitosis canina

En los perros los signos clínicos, aunque son variables, se asocian principalmente a la pérdida de pelo, usualmente la tiña canina. Las lesiones pueden distribuirse de forma localizada o difusa. Pueden observarse zonas circulares de alopecia, descamación, hiperpigmentación, costras y/o pápulas foliculares en la cabeza y las extremidades. Generalmente, las lesiones están bien delimitadas. En los perros se observa el querión, un nódulo inflamatorio, como resultado de la infección fúngica y bacteriana concurrente. Aunque es poco frecuente, en algunos casos de infecciones por dermatofitos causadas por *Microsporum persicolor* o por *Trichophyton mentagrophytes* se producen lesiones nasales o faciales simétricas que imitan los trastornos autoinmunes(Venturini Copetti, Marina, & Morais Santurio, Janio, & Sydnei Cavalheiro, Ayrton, & Boeck, Ana Aurea, & Siqueira Argenta, Juliana, & Canabarro Aguiar, Leila).

1.4 Esporotricosis

La esporotricosis es la micosis subcutánea con mayor prevalencia a nivel mundial, que afecta al hombre y a los animales, generalmente se adquiere por inoculación traumática y es causada por las especies del complejo *Sporothrix*. Análisis fenotípicos y moleculares demostraron que el género *Sporothrix*, es el agente etiológico de la esporotricosis, forma un complejo de especies estrechamente emparentadas, que incluye además de *S. schenckii* a *Sporothrix albicans*, *Sporothrix inflata*, *Sporothrix lurei, Sporothrix brasiliensis*, *Sporothrix globosa* y *Sporothrix mexicana*(de Carvalho et al.; Marimon et al.).

El género *Sporothrix*, habita en suelo y plantas como bugambilia, zacate, rosas, paja, caña de azúcar, madera, entre otras. Ingresa al hospedero mediante heridas, rasguños, laceraciones, traumatismos o picaduras de insectos, para posteriormente establecerse y desarrollarse, ocasionando diversos cuadros clínicos, que dependerán del sitio de ingreso. Es una micosis de evolución subaguda o crónica, que se caracteriza por la presencia de úlceras y lesiones nodulares en la piel y tejido subcutáneo; pudiendo presentarse en forma extracutánea o sistémica.

En gatos, la infección comienza como una infección subclínica que puede progresar a múltiples lesiones en la piel e involucrar una diseminación sistémica que a menudo es fatal. La esporotricosis canina ha sido descrita con menos frecuencia y se caracteriza por lesiones ulcerativas en nariz, pabellón auricular y extremidades(Cafarchia et al.; Schubach et al.). El tratamiento en perros y sobre todo en felinos es difícil debido a la sensibilidad que tienen estas especies a antifúngicos específicos, el largo periodo que implica el tratamiento, un diagnóstico tardío de la enfermedad y la muerte antes de terminar el tratamiento. En animales, corresponde a Lutz y Splendore en 1907 describir el primer caso de infección natural en ratas(Lutz A). Actualmente, la esporotricosis ha sido descrita en gran variedad de especies animales, incluyendo, gatos, perros, armadillos, caballos, mulas, burros,

chimpancés, vacas, cabras, cerdos, ratones, ratas, hámsteres, delfines, zorros, camellos y aves(Pereira et al.). La infección experimental se ha realizado principalmente en ratas, ratones, hámster, cobayos, entre otros.

El agente etiológico de esta micosis puede ocasionar zoonosis, siendo los gatos los animales implicados con más frecuencia(Schechtman et al.), actualmente se considera una zoonosis emergente o reemergente en algunos países como Brasil, la transmisión puede ser mediante mordeduras, arañazos o por contacto con exudado de una herida infectada(Chomel).

La esporotricosis es una de las micosis subcutáneas más frecuentes en México, siendo Puebla una zona endémica. Los casos reportados en humanos son causados principalmente por *S. schenckii* y *S. globosa*, mientras que en los aislados ambientales de suelo y plantas se presentan *S. mexicana* y *S. schenckii*(Marimon et al.). En animales no se han descrito la especie o especies causantes de esporotricosis. Sin embargo, en Puebla los estudios que hemos realizado indican que *S. schenckii* es la causante de esporotricosis en perros y gatos.

2 I OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue determinar las micosis que se presentan en perros y gatos de la ciudad de Puebla, México.

3 I MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de las lesiones de 30 perros y 10 gatos de diferentes hospitales veterinarios de la ciudad de Puebla, que presentaron signología clínica compatible con tiñas y esporotricosis. Las muestras se sembraron en agar glucosa Sabouraud adicionado de cicloheximida y cloranfenicol, las cuales se incubaron a 28°C durante 15 días. Los dermatofitos aislados se identificaron mediante morfología colonial macroscópica y microscópica. Para la identificación de los cultivos obtenidos de *Sporothrix* se examinó la morfología macroscópica y microscópica de la fase micelial, así como la obtención de la fase levaduriforme; la fase filamentosa se sembró en agar infusión cerebro corazón (BD Bioxon) incubando a 37ºC durante 15 días.

Para la identificación molecular de las especies del género *Sporothrix* se realizó la extracción de ADN a partir de la fase filamentosa. Una vez obtenido el ADN se realizaron las reacciones de PCR empleando los oligonucleótidos CL1 y CL2A y β tubulina, visualizando el producto en gel de agarosa al 0.8% (Bioline), posteriormente se purificaron los productos con el kit QIAquickPCR purification, y finalmente se mandaron a secuenciar.

Cada una de las secuencias obtenidas fue sometida a búsqueda de secuencias en el “GenBank” por medio del programa BLAST.

4 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 40 muestras estudiadas se obtuvieron 12 dermatofitos aislados de 9 perros y 3 gatos, por lo que los perros mostraron ser más afectados que los gatos. *M. canis* fue el dermatofito aislado con mayor frecuencia, lo que coincide con lo indicado por autores como Chermette(Chermette et al.). En segundo lugar, se encontraron *T. tonsurans* y *M. gypseum* (**Tabla 1, Figuras 1 y 2**).

Además, se observaron 6 casos de esporotricosis en 4 perros y 2 gatos, el examen macroscópico y microscópico de los cultivos fueron positivos para el género *Sporothrix* (**Tabla 1, Figura 3**). En todos los cultivos se obtuvieron levaduras. La amplificación y secuenciación del gen de la calmodulina fue compatible con *S. schenckii* para todos los cultivos.

A pesar de que los reportes sobre esporotricosis en animales, al igual que de dermatophytosis, indican una mayor prevalencia en gatos que en perros, en el presente trabajo se encontró que, de las 40 muestras estudiadas, 4 de las 6 muestras positivas a esporotricosis provenían de perros y solo 2 de gatos. Esta diferencia puede estar relacionada con el menor número de mascotas felinas incluídas en este estudio. No obstante, es conveniente mencionar que, de las muestras totales, el 40% fueron positivas a *S. schenckii* en gatos a diferencia de lo reportado por Maschio-Lima y colaboradores quienes detectaron un 77.2% a *S. brasiliensis* de un grupo de 245 muestras(Maschio-Lima et al.), y solo el 20% en perros.

En 2020 se detectó el primer caso de micosis cutánea en un felino hembra por *Sporothrix. humicola*(Makri et al.). En 2021 Sepulveda Boechat y colaboradores mostraron un caso debido a esta especie en una mascota de Rio de Janeiro, Brasil(Boechat et al.), pudiendo manifestarse en un proceso de coinfección de varias especies del complejo *Sporothrix*(Macêdo-Sales et al.).

Especie	Edad	Sexo	Raza	Agente etiológico
Canino	3 meses	Macho	Criollo	*Microsporum canis*
Canino	-	Macho	-	*Trichophyton tonsurans*
Canino	-	Hembra	Pug	*Microsporum canis*
Canino	3 meses	Hembra	Boxer	*Trichophyton tonsurans*
Felino	-	-	-	*Microsporum canis*
Canino	-	-	-	*Trichophyton tonsurans*
Felino	6 meses	Macho	-	*Trichophyton tonsurans* *Sporothrix schenckii*
Canino	-	Macho	Criollo	*Microsporum canis*
Canino	4 meses	Hembra	Sharpei	Microsporum canis
Felino	-	Macho	Domestico mexicano	*Microsporum canis*

Canino	-	Hembra	-	*Microsporum gypseum*
Canino	4 meses	Macho	Bulldog	*Trichophyton tonsurans*
Canino	-	Macho	-	Sporothrix schenckii
Canino	-	Macho	-	*Sporothrix schenckii*
Canino	-	Hembra	-	*Sporothrix schenckii*
Canino	-	Macho	-	*Sporothrix schenckii*
Felino	-	Macho	Doméstico mexicano	*Sporothrix schenckii*

Tabla 1. Datos clínicos y hongos obtenidos de mascotas de la ciudad de Puebla, México.

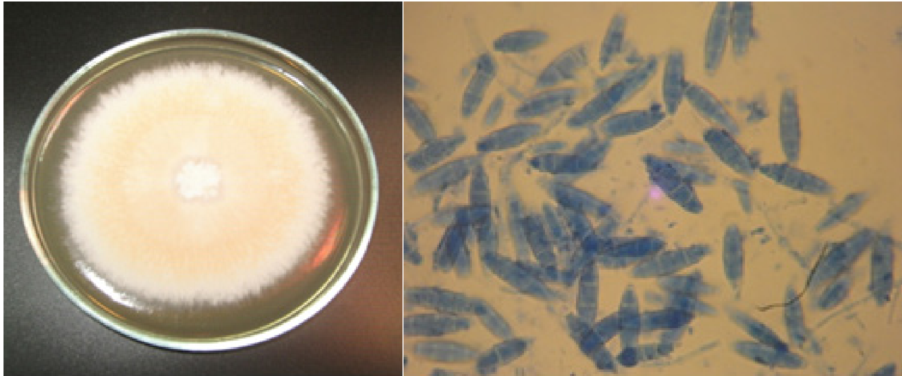


Figura 1. Morfología macroscópica y microscópica de *Microsporum gypseum*.

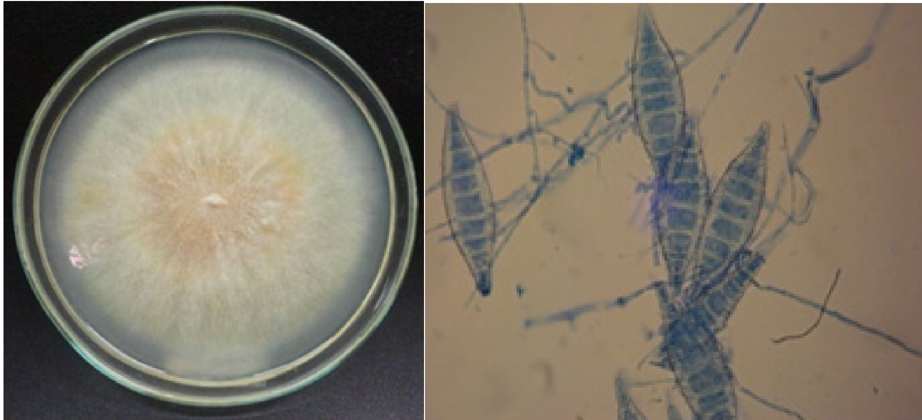


Figura 2. Morfología macroscópica y microscópica de *Microsporum canis*.



Figura 3. Esporotricosis canina: hembra adulta, que presenta lesiones eritematosas y úlceras, localizadas en muslo.

Desde hace varias décadas, muchos casos de esporotricosis humana han sido asociados a la exposición a animales domésticos, y aparentemente los gatos son el vector más frecuentemente involucrado(I. M. Madrid et al.). La vía de entrada del hongo al humano es mediante traumatismos y laceraciones de la piel, por lo que se considera que el contacto con animales infectados es uno de los principales mecanismos de transmisión al hombre(Isabel Martins Madrid et al.).

A diferencia de lo indicado en países como Brasil, India e Italia, entre otros, donde hay numerosos reportes de casos de transmisión zoonótica de *Sporothrix*(Schechtman et al.; Yegneswaran et al.). De acuerdo a la literatura, en México solo hay un caso reportado de esporotricosis humana transmitida por un gato. Este trabajo es uno de los primeros reportes de la presencia de *S. schenckii* asociado con esporotricosis en perros y gatos en México, los cuales podría representar una potencial fuente de infección de esta micosis para el humano, principalmente en personas dedicadas al cuidado y manejo de mascotas, incluyendo a médicos veterinarios y propietarios de las mismas(Bove-sevilla).

5 | CONCLUSIONES

- La tiña se presentó con mayor frecuencia que la esporotricosis en las mascotas estudiadas.
- Los casos de tiña en perros fueron más frecuentes que en gatos, siendo *M. canis*, *T. tonsurans* y *M. gypseum* los dermatofitos aislados.
- La mayor frecuencia de casos clínicos de esporotricosis, se obtuvo en perros, siendo *S. schenckii* la especie aislada en perros y gatos.
- Es conveniente realizar el diagnóstico en fase inicial de las dermatofitosis y la esporotricosis, para evitar posibles zoonosis, complicaciones clínicas y/o transmisión al humano, para posteriormente iniciar el tratamiento adecuado.

Haciendo énfasis de seguir las indicaciones dadas por el médico veterinario para recuperar la salud del paciente.

REFERENCIAS

Boechat, Jéssica Sepulveda, et al. "Canine Sporotrichosis: Polyphasic Taxonomy and Antifungal Susceptibility Profiles of Sporothrix Species in an Endemic Area in Brazil." *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 52, no. 1, Mar. 2021, pp. 135–43, doi:10.1007/s42770-020-00328-8.

Bove-sevilla, P. M. *Artemisa Casos Clínicos Esporotricosis Transmitida Por Gato Doméstico . Reporte de Un Caso*. no. 1, 2008, pp. 33–35.

Cafarchia, Claudia, et al. "Lymphocutaneous and Nasal Sporotrichosis in a Dog from Southern Italy: Case Report." *Mycopathologia*, vol. 163, no. 2, Feb. 2007, pp. 75–79, doi:10.1007/s11046-006-0086-x.

Chermette, René, et al. "Dermatophytoses in Animals." *Mycopathologia*, vol. 166, no. 5–6, Nov. 2008, pp. 385–405, doi:10.1007/s11046-008-9102-7.

Chomel, Bruno. "Emerging and Re-Emerging Zoonoses of Dogs and Cats." *Animals*, vol. 4, no. 3, July 2014, pp. 434–45, doi:10.3390/ani4030434.

de-Oliveira-Nobre, M., et al. "Recurrence of Sporotrichosis in Cats with Zoonotic Involvement." *Revista Iberoamericana de Micologia*, vol. 18, no. 3, Sept. 2001, pp. 137–40, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15487925.

de Carvalho, J. A., et al. "Trends in the Molecular Epidemiology and Population Genetics of Emerging Sporothrix Species." *Studies in Mycology*, vol. 100, Sept. 2021, p. 100129, doi:10.1016/j.simyco.2021.100129.

Lutz A, Splendore A. "N a Mycosis Observed in Men and Mice: Contribution to the Knowledge of the so-Called Sporotrichosis." *Revista Médica de São Paulo*, vol. 21, 1907, pp. 443–50.

Macêdo-Sales, Pãmella Antunes, et al. "Coinfection of Domestic Felines by Distinct Sporothrix Brasiliensis in the Brazilian Sporotrichosis Hyperendemic Area." *Fungal Genetics and Biology*, vol. 140, July 2020, p. 103397, doi:10.1016/j.fgb.2020.103397.

Madrid, I. M., et al. "Feline Sporotrichosis in the Southern Region of Rio Grande Do Sul, Brazil: Clinical, Zoonotic and Therapeutic Aspects." *Zoonoses and Public Health*, vol. 57, no. 2, Mar. 2010, pp. 151–54, doi:10.1111/j.1863-2378.2008.01227.x.

Madrid, Isabel Martins, et al. "Epidemiological Findings and Laboratory Evaluation of Sporotrichosis: A Description of 103 Cases in Cats and Dogs in Southern Brazil." *Mycopathologia*, vol. 173, no. 4, Apr. 2012, pp. 265–73, doi:10.1007/s11046-011-9509-4.

Makri, Nikoleta, et al. "First Case Report of Cutaneous Sporotrichosis (Sporothrix Species) in a Cat in the UK." *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, vol. 6, no. 1, Jan. 2020, p. 205511692090600, doi:10.1177/2055116920906001.

Marimon, Rita, et al. "Sporothrix Brasiliensis , S. Globosa , and S. Mexicana , Three New Sporothrix Species of Clinical Interest." *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 45, no. 10, Oct. 2007, pp. 3198–206, doi:10.1128/JCM.00808-07.

Maschio-Lima, Taiza, et al. “Clinical and Epidemiological Aspects of Feline Sporotrichosis Caused by Sporothrix Brasiliensis and in Vitro Antifungal Susceptibility.” *Veterinary Research Communications*, vol. 45, no. 4, Dec. 2021, pp. 171–79, doi:10.1007/s11259-021-09795-2.

Paryuni, Alsi Dara, et al. “Dermatophytosis in Companion Animals: A Review.” *Veterinary World*, vol. 13, no. 6, June 2020, pp. 1174–81, doi:10.14202/vetworld.2020.1174-1181.

Pereira, Sandro Antonio, et al. “Sporotrichosis in Animals: Zoonotic Transmission.” *Sporotrichosis*, Springer International Publishing, 2015, pp. 83–102, doi:10.1007/978-3-319-11912-0_6.

Schechtman, Regina Casz, et al. “Sporotrichosis: Hyperendemic by Zoonotic Transmission, with Atypical Presentations, Hypersensitivity Reactions and Greater Severity.” *Anais Brasileiros de Dermatologia*, vol. 97, no. 1, Jan. 2022, pp. 1–13, doi:10.1016/j.abd.2021.07.003.

Schubach, T. M. P., et al. “Haematogenous Spread of Sporothrix Schenckii in Cats with Naturally Acquired Sporotrichosis.” *Journal of Small Animal Practice*, vol. 44, no. 9, Sept. 2003, pp. 395–98, doi:10.1111/j.1748-5827.2003.tb00174.x.

Segal, Esther, and Daniel Elad. “Human and Zoonotic Dermatophytoses: Epidemiological Aspects.” *Frontiers in Microbiology*, vol. 12, Aug. 2021, doi:10.3389/fmicb.2021.713532.

Tonelli, E. A., et al. “Pseudomicetoma Felino Causado Por Microsporum Canis: Descripción de Un Caso Clínico y Su Tratamiento.” *Revista Veterinaria*, vol. 27, no. 2, Dec. 2016, p. 141, doi:10.30972/vet.2721093.

Venturini Copetti, Marina, & Morais Santurio, Janio, & Sydnei Cavalheiro, Ayrton, & Boeck, Ana Aurea, & Siqueira Argenta, Juliana, & Canabarro Aguiar, Leila, &. Hartz Alves. “Dermatophytes Isolated from Dogs and Cats Suspected of Dermatophytosis in Southern Brazil.” *Acta Scientiae Veterinariae*, vol. 34, no. 2, 2006, pp. 119–24.

Yegneswaran, Prakash Peralam, et al. “Zoonotic Sporotrichosis of Lymphocutaneous Type in a Man Acquired from a Domesticated Feline Source: Report of a First Case in Southern Karnataka, India.” *International Journal of Dermatology*, vol. 48, no. 11, Nov. 2009, pp. 1198–200, doi:10.1111/j.1365-4632.2008.04049.x.

CAPÍTULO 15

MORFOANATOMIA FOLIAR DE *Hancornia speciosa* GOMEZ (APOCYNACEAE) OCORRENTE NA FAZENDA ÁGUA CRISTALINA, ANÁPOLIS - GO

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 04/04/2022

Robson Lopes Cardoso
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
http://lattes.cnpq.br/2587137837247549

Cássia Aparecida Nogueira
Universidade Estadual de Goiás- UEG
Anápolis- GO
http://lattes.cnpq.br/1021754095553780

Níbia Sales Damasceno Corioletti
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
http://lattes.cnpq.br/1946912026519162

Rosemeire Terezinha da Silva
Universidade Estadual de Goiás- UEG
Anápolis- GO
http://lattes.cnpq.br/7483726001015567

Juliano de Almeida Rabelo
Faculdade Católica de Anápolis-GO
http://lattes.cnpq.br/9082004585764989

RESUMO: A *Hancornia speciosa* Gomez, é uma planta do Cerrado, da família das Apocynaceae, arbustiva de 2 a 10 m de altura, chegando até os 15 m, porte harmonioso, com seus galhos separados e bem formados, possui folhas opostas, simples, uniformemente espaçadas, penaticomposta paripenada na ráquis, possuindo de 3,5 a 11,0 cm de comprimento e de 3,2 a 5,26 cm de largura, glabras ou pilosas, avermelhadas e verdes com manchas. Com o objetivo de proceder à análise morfo-anatômica foliar da espécie, foi feita a coleta de 20 folhas na região apical e 20 na mediana de diferentes indivíduos, sendo classificados segundo Vidal e as medidas tabuladas em Microsoft Office Excel 2007, onde percebeu-se a variação de tamanhos e coloração devido à idade das folhas, sendo as folhas jovens da região apical menor que as folhas da região mediana que são adultas.
PALAVRAS-CHAVE: Folhas, características morfológicas, Cerrado.

LEAF MORPHOANATOMY OF *Hancornia speciosa* GOMEZ (APOCYNACEAE) OCCURRING AT AGUA CRISTALINA FARM, ANÁPOLIS - GO

ABSTRACT: The Hancornia Gomez speciosa, is a plant of the Cerrado, the family of Apocynaceae, shrub 2-10 m high, reaching up to 15 m, scale harmonious with its branches separate and well formed, has opposite leaves, simple, evenly spaced, penaticomposta paripenada in the rachis, having 3.5 to 11.0 cm in length and 3.2 to 5.26 cm wide, hairless or hairy, red and green spots. Aiming to examine morphological and anatomical leaf species was made to collect 20 leaves in the apical region and 20 in the median of different individuals, were classified according to Vidal and measures tabulated in Microsoft Office Excel 2007, where it was noticed the variation in size and coloration due to the age of the leaves, and young leaves of the apical leaves less than the area median who are adults.
KEYWORDS: Leaves, morphological, Cerrado.

MORFOANATOMIA DE LA HOJA DE *Hancornia speciosa* GOMEZ (APOCYNACEAE) EN LA FINCA AGUA CRISTALINA, ANÁPOLIS - GO

RESUMEM: Hancornia speciosa Gomez es una planta del Cerrado, de la familia Apocynaceae, arbusto de 2 a 10 m de altura, alcanzando hasta 15 m, porte armonioso, con sus ramas separadas y bien formadas, con hojas opuestas, simple, uniformemente espaciadas, paripenadas emplumadas en el raquis, de 3,5 a 11,0 cm de largo y de 3,2 a 5,26 cm de ancho, glabras o pilosas, rojizas y verdes con manchas. Con el objetivo de proceder al análisis morfoanatómico de las hojas de la especie, se colectaron 20 hojas en la región apical y 20 en la mediana de diferentes individuos, clasificadas según Vidal y las medidas tabuladas en Microsoft Office Excel 2007, donde se notó la variación en tamaño y coloración debido a la edad de las hojas, siendo las hojas jóvenes en la región apical más pequeñas que las hojas en la región media que son adultas.

PALABRAS CLAVE: Hojas, características morfológicas, Cerrado.

1 I INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro, em função de suas boas condições de topografia, representa a principal região produtora de grãos e de gado de corte no Brasil (AGUIAR *et al*., 2004). Nos últimos 30 anos, a progressiva mecanização da lavoura e a facilidade de limpar e adubar o solo tem contribuído para a devastação acelerada da vegetação nativa e estima-se que cerca de 80% da área original do bioma já tenha sido convertida em áreas antrópicas, restando apenas 20% de áreas consideradas originais ou pouco perturbadas (MYERS *et al*., 2000).

Em função disso, o Cerrado está situado hoje entre os 25 hotspots mundiais, áreas consideradas prioritárias para conservação em função de sua biodiversidade altamente ameaçada (MYERS et al., 2000). Em todo este Bioma é encontrada uma abundância de espécies endêmicas, existindo neste local uma biodiversidade considerável quanto ao número de indivíduos e espécies da fauna e flora, onde ambos são relevantes por contribuírem para a economia brasileira, principalmente o comércio dos frutos típicos da região sendo utilizados para a alimentação e o uso de plantas medicinais (AMORIM, 2015).

É preocupante a situação do Cerrado, comparando com a região Amazônica, por exemplo. A primeira é rica em uma biodiversidade ainda desconhecida e, além disso, o Cerrado é uma região bastante menosprezada, porque existem poucas áreas deste Bioma que são protegidas e pela ausência de recursos financeiros e pesquisadores para o estudo e coleta de espécies predominantes na região. Os estudos sobre o Cerrado têm se concentrado em algumas localidades específicas, gerando incertezas especialmente quanto às estimativas sobre sua biodiversidade (GUIMARÃES et al., 2006).

A mangaba ou mangabeira pertence à classe Dicotyledoneae, ordem Gentianales, família Apocynaceae, gênero Hancornia e à espécie Hancornia speciosa. No gênero Hancornia, a espécie mais importante é a Hancornia speciosa, descrita por Gomez em

1812 (LEDERMAN et al., 2000).

A planta da mangabeira é um arbusto de 2 a 10 m de altura podendo chegar raramente até os 15 m, porte harmonioso, com seus galhos separados e bem formados. Copa ampla, às vezes mais larga que alta, galhos pendentes, abundantes, com folhagens reduzidas. Troncos geralmente tortuosos, inclinados ou ligeiramente retos até 30 cm de diâmetro, córtice levemente suberoso e enrugado (LEDERMAN et al., 2000).

Os ramos jovens são de coloração violácea, lisos até um ano de idade, meio angulosos, curtos, com poucas folhas, floríferos no ápice. Caule rugoso e áspero, com duas a três bifurcações na altura média de 40 a 50 cm da base (LEDERMAN et al., 2000).

Folhas opostas, simples, uniformemente espaçadas, glabras e coriáceas, lâmina oblonga, elípticolanceoladas ou oblongo-lanceoladas nas duas extremidades, às vezes obtusosubacuminadas no ápice, possuindo de 3,5 a 10,0 cm de comprimento e de 1,5 a 5,0 cm de largura, oliváceo-enegrescentes na face ventral, mais descoradas na dorsal; pecíolo de 9 a 12 mm, axilar, fino, glabro, biglanduloso (VILLACHICA et al., 1996; LEDERMAN et al., 2000).

A fruta madura é muito apreciada pelos moradores locais na natureza devido ao seu sabor único e agradável. A polpa do fruto pode ser armazenada congelada e, como a polpa de outras frutíferas conhecidas, utilizada para preparar sucos, picolés, sorvetes, balas, geleias e licores. A planta é uma planta de leite, e sua borracha tem potencial de uso (AMORIM, 2015).

O cultivo da mangaba oferece excelentes oportunidades de renda, principalmente para os pequenos produtores, aumenta muito o agronegócio familiar, podendo ser cultivado em conjunto com outras atividades. A mangabeira é uma planta rústica que se desenvolve bem em solos arenosos com poucos nutrientes, sendo ideal para as regiões de planaltos e restingas, o litoral nordestino e os solos rochosos do Cerrado brasileiro (BRASIL, 2012). A espécie também possui poucos inimigos naturais como doenças e pragas, o que simplifica o combate. Outra característica da planta é a produção de látex, que já foi uma importante matéria-prima para a indústria da borracha (AMORIM, 2015).

Essa característica ficou conhecida durante a Segunda Guerra Mundial, quando o Japão ocupou seringais na Ásia, obrigando os Aliados a buscar alternativas, inclusive a mangabeira brasileira, que fornecia látex naquele período de escassez. Para frutificar, é ideal fazer o consórcio com outras espécies e manter a vegetação nativa. “Isso facilita a polinização ao fornecer os principais polinizadores vegetais, borboletas e mariposas, e outras espécies vegetais, para que esses insetos permaneçam na área, aumentando a polinização e, consequentemente, a produtividade”, explicam os pesquisadores da Embrapa (COCOZZA, 2014).

A mangabeira pode ser consorciada com diversas culturas como melancia, caju, coco, manga, milho, mandioca, etc. “A mangaba é muito valorizada e tem sido utilizada na produção de sorvetes, sucos e inúmeros produtos (PEREIRA, 2012). Com a demanda

crescendo e superando em muito a oferta, a mangaba é uma excelente opção para aumentar a renda dos produtores", disse. O produtor Raimundo de Deus Faria Leite também compartilhou o entusiasmo dos especialistas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Neste estudo foram coletadas amostras foliares em estado vegetativo de 12 indivíduos de uma população de H. speciosa no Bioma Cerrado. As coletas foram realizadas no mês de agosto de 2012 na Fazenda Água Cristalina situada na Avenida Brasil, 6750 - Anápolis - GO, 75000-000, com as coordenadas geográficas - 16°23'7.15"S e 48°57'46.01"O. Figura 01.

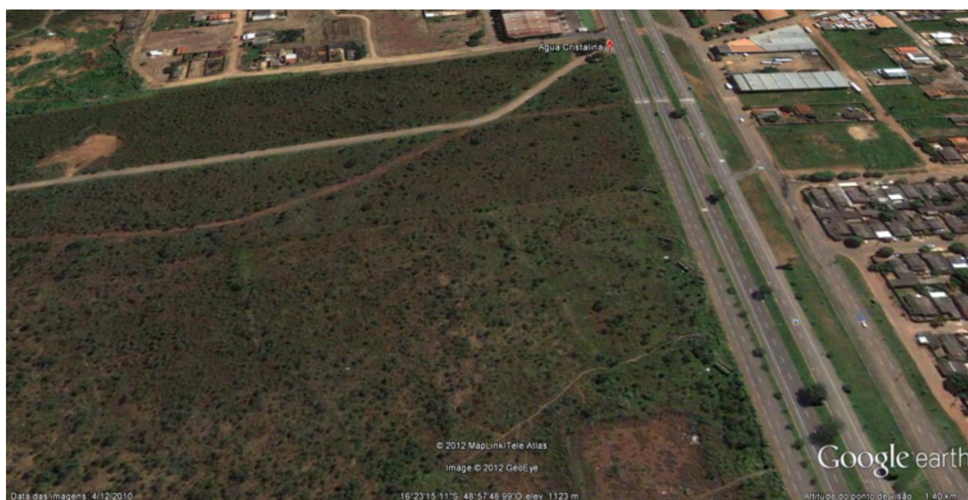


Figura 01: Fonte: www.googleearth.com 04/12/2016.

2.2 Coleta das Folhas

Dos Doze indivíduos da população de H. speciosa encontrados na Fazenda Água Cristalina, Anápolis – GO, 40 folhas foram coletas de cada indivíduo, sendo 20 na região apical da planta e 20 na região mediana.

A descrição dos aspectos foliares como: coloração, disposição dos folíolos na ráquis, presença ou ausência de curvatura, pilosidade; foram avaliados segundo Vidal, 2007.

2.3 Análise dos dados

Os dados foram tabulados em Microsoft Office Excel 2007, para fazer análise exploratória.

A média Aritmética de comprimento e largura foi calculada usando o programa Microsoft Office Excel 2007. O desvio padrão também foi mensurado usando este mesmo programa.

A presença de anexos epidérmicos foi constata através de cortes transversais, à mão livre, clarificados após imersão em solução de hipoclorito de sódio 10 %, lavados, corados com safranina e azul de astra, montando a lâmina (KRAUTER 1985). Imagens de secções transversais e foram obtidas utilizando câmera digital (12.1 Megapixel), acoplada a um microscópio óptico na resolução de 40X10.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à coloração foi observado dois tipos de cores: as localizadas na região apical possui coloração avermelhada e verdes com manchas que lembram ferrugem na região mediana, e ao cair avermelhadas, como demonstram as figuras 02 e 03.

Cujos resultados corroboram com os estudos de Roem. & Schult, 2010, sendo que sua pesquisa foi realizada na região nordeste do país, na Caatinga e, nos estados centrais até São Paulo e Mato Grosso do Sul no Cerrado, descrevendo então coloração avermelhada quando novas e ao cair e verdes com manchas quando adultas.

A coloração avermelhada se deve a presença dos pigmentos antocianinas e licopeno, que são metabólitos secundários com função de proteção das plantas, suas flores e seus frutos contra a luz ultravioleta (UV) e evitam a produção de radicais livres, segundo estudos feitos por Garruti, 1986.



Figura 02 – Folhas da região mediana com coloração verde, Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.



Figura 03 – Folhas da região apical com coloração avermelhada, Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.

Quanto à disposição de folíolos foi classificado como penaticomposto paripenado na ráquis e presença de curvatura. Também Silva *et al.*, 2001, registrou o mesmo dado em uma região do Cerrado Goiano, em Ipameri- GO, figura 04.



Figura 04 – Disposição dos folíolos da folha composta. Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.

Nas folhas da H. speciosa, foi possível observar apêndices epidérmicos, como tricomas. Esta presença de pilosidade foi vista na região abaxial, enquanto que na região adaxial esses apêndices não foram constatados. Sendo que esses apêndices foram classificados como tricomas tectores multicelulares longos e retos, localizada na margem do limbo. Conforme figura 05.

Dados estes registrados por Silva et al., 2001, que descreveu as folhas como sendo de forma e tamanhos variados, pilosas ou glabras dependendo da variedade, mais descoradas na dorsal. Encontrada no Cerrado Goiano, em Ipameri- GO. Como pode ser observado na figura 06 e 07.



Figura 05 – Registro de anexos epidérmicos tricomas na região abaxial de folha de *H. speciosa.* Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.



Figura 06 – Registro da região abaxial com coloração descorada da folha de *H. speciosa*. Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.



Figura 07 – Registro da região abaxial com coloração verde da folha de *H. speciosa*. Indivíduo localizado na Fazenda Água Cristalina, Anápolis- GO.

As folhas coletadas na região apical apresentam 8,1 cm como menor comprimento enquanto que 9,53 cm como maior comprimento. A Média registrada para esta variável foi de 8,26 cm, conforme tabela 01.

Foram aferidos dados sobre a largura das folhas na região apical da planta, a menor largura registrada foi de 3,1 cm enquanto que 4,01 cm foi a maior largura, portanto a média da foi de 3,65 cm (Tabela 01).

Já as folhas coletadas na região mediana, apresentaram 8,51 cm como menor comprimento enquanto que 11,1 cm como maior comprimento. A Média registrada para esta variável foi de 9,3 cm, conforme tabela 01.

Foram aferidos dados sobre a largura das folhas na região apical da planta, menor largura registrada foi de 3,83 cm enquanto que 5,26 cm foi a maior largura, portanto a média da foi de 4,43 cm (Tabela 01).

Esses resultados mostram que ocorreu uma variação no comprimento e largura das folhas tanto na região apical quanto na região mediana, sendo que as folhas apicais possuem uma média menor por se tratar de folhas jovens e as medianas são folhas adultas, sendo, portanto maiores.

	Média Apical		Média Mediana	
	A 1 Compr.	A 2 Largura	M1 Compr.	M2 Largura
Indivíduo I	9,53	3,85	11,1	4,72
Indivíduo II	8,47	4,05	9,82	5,26
Indivíduo III	8,97	3,75	9,8	4,64
Indivíduo IV	7,27	3,38	8,75	4,46
Indivíduo V	7,97	3,12	10	4,09
Indivíduo VI	7,64	3,51	8,51	4,38
Indivíduo VII	7,13	3,37	7,51	3,83
Indivíduo VIII	8,1	3,11	9,4	4,13
Indivíduo IX	8,26	3,95	9	4,79
Indivíduo X	8,17	4,01	9,5	4,6
Indivíduo XI	8,63	3,89	8,95	3,92
Indivíduo XII	8,99	3,85	9,31	4,34
X	**8,26**	**3,65**	**9,30**	**4,43**
Desv Pad	**0,71**	**0,34**	**0,87**	**0,40**

X= média aritmética em cm, desv pad= desvio padrão, comprimento e largura em cm.

Tabela 01 – Relação das médias de comprimento e largura para região apical e mediana, média e desvio padrão.

Estes dados quando confrontados com os de RIZZO & FERREIRA, 1990, apresentam contradição, pois de acordo com esses autores, a variedade típica de H. speciosa possui uma lamina foliar até 6 cm de comprimento e 2 cm de largura, tendo maior ocorrência em

Goiás próximas a Bahia e do Tocantins próximo ao Piauí e Maranhão, podendo atingir a margem direita do rio Tocantins até a divisa do Maranhão e, ao Sul, o paralelo 13° S.

Com relação ao desvio padrão das médias encontradas foi observado que ocorreu uma variação entre 0,34 e 0,71 cm para a região apical e entre 0,87 e 0,40 cm para a região mediana das folhas coletadas de H. speciosa, ocorrentes no Cerrado Goiano.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mangabeira produz frutos de excelente sabor, sendo considerada uma das frutíferas mais populares e produtoras de matéria prima para agroindústria, inclusive chamando atenção para seu alto valor nutritivo, além de que suas folhas possuem propriedades químicas que podem ser utilizadas na fabricação de fármacos. Apesar desta potencialidade estudos sobre a sobre a morfologia foliar desta planta são insuficientes.

Com os resultados obtidos observamos que ocorre uma variação na coloração foliar da H. speciosa, cuja mesma se encontra entre avermelhada ou verdes com manchas dependo da idade da folha, sendo as mais jovens na região apical e as prestes a caírem avermelhadas e as adultas da região mediana verde na com manchas parecidas com ferrugem.

Em relação aos outros aspectos foliares como: limbo, disposição de folíolos, curvatura e pilosidade todos possuem os mesmos aspectos para ambas as regiões apicais e medianas.

Relatamos então que a diferenciação foliar da H. speciosa existe em se tratando da idade da folha, podendo ser constata através da análise da região foliar, neste caso as regiões analisados foram apicais e medianas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A de (eds.). **Cerrado: ecologia e caracterização.** Brasília: Embrapa-CPAC, (2004). p. 17-40.

AMORIM, J.A.E. **Atributos de qualidade e funcionais de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mangaba da Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Ed. 14, 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. 2012. **Composição de latex da mangabeira e seu uso na regeneração óssea**. Patente da Universidade Estadual de Campinas. Inventores: Juliana dos Santos Neves, Nádia Fayez Omar, Pedro Duarte Novaes. Depósito em 05/10/2012. Publicação em 05/08/2014

COCOZZA, FDM. **Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (Hancornia speciosa Gomes) no oeste da Bahia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18(8): 856-860.2014

GARRUTI, D dos S. **Pigmentos Vegetais.** Fortaleza: UFC, 1986, 106p.

GUIMARÃES, L.D.; SANTOS, S.O. Composição Faunística do Cerrado, Biogeografia e implicações para a Conservação. In: GUIMARÃES, L.D.; SILVA, M.A.D.; ANACLETO, T.C. (Org.). **Natureza Viva Cerrado.** Goiânia. GO: Editora da UCG. p.47-90, (2006).

KRAUTER D (1985) **Erfahrungen mit Etzolds FSA-Färbung für pflanzenschnitte**. Mikrokosmos 74:231-233.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F da; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. de **Mangaba (Hancornia speciosa Gomes).** Jaboticabal: São Paulo. 2000. 35p. (Série frutas Nativas).

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENTS, J. Biodiversity hotspot for conservation priorities. **Nature,** London, v. 403, p.853- 858, (2000).

PEREIRA, A.B.D. **Contribuição para a padronização química de Hancornia speciosa Gomes**: desenvolvimento e validação de métodos analíticos para a [1]quantificação de marcadores químicos. V 01, 2012

ROEM & SCHULT, **Portal São Francisco** 2010, Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/mangaba/mangaba.php>Acesso em 15 out. 2012, 14:30: 30.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 179 p.

RIZZO, J.A & FERREIRA, H.D Hancornia G, no Estado de Goiás. In. CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 36, 1985, Curitiba. **Anais da Sociedade Botanica do Brasil.** Brasília, v. 1, n. 36, 1990 p. 363-368.

VIDAL, W. N. e VIDAL, M. R. R. 2007 **Botânica - Organografia**; Quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. - 4ª edição. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; DIAZ S., C.; ALMANZA, M. Mangaba. In: __. **Frutales y hortalizas promisorios de la amazonia.** Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica, 1996. p.191-194.

CAPÍTULO 16

O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NA RASTREABILIDADE AGROALIMENTAR

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 22/03/2022

Geneci da Silva Ribeiro Rocha
Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócios - CEPAN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Rio Grande do Sul 90040-060, Brasil
http://lattes.cnpq.br/5261040390504546
https://orcid.org/0000-0001-9445-5388

Letícia de Oliveira
Departamento de Economia e Relações Internacionais - DERI, Faculdade de Economia e Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócios - CEPAN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Rio Grande do Sul 90040-060, Brasil
http://lattes.cnpq.br/4905243643727116
https://orcid.org/0000-0003-2310-4710

RESUMO: Este estudo tem como objetivo analisar as abordagens temáticas dos artigos científicos sobre uso e aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* na rastreabilidade agroalimentar indexados na base de dados *Elsevier's Scopus*. Para atingir tal objetivo foi realizado uma revisão bibliométrica seguida de revisão sistemática dos estudos. Quanto aos resultados obtidos, evidenciou-se o início das publicações em 2018 tendo uma maior concentração de publicações nos últimos dois anos, nos países da China, Itália e Índia, com destaque nas áreas de ciência da computação e engenharia, demonstrando que a temática é recente. Na análise sistemática, identificou-se dez artigos considerados de maior relevância a partir do número de citações estando situados no período de 2018 a julho de 2021, nestes estudos tem-se uma maior concentração na utilização da tecnologia *blockchian* na transparência das informações, segurança alimentar, qualidade dos produtos agroalimentar e agregação de valor à produção. Dos artigos que buscaram utilizar a tecnologia para dar mais garantia e qualidade aos alimentos, em geral foram voltadas a satisfação do consumidor/cliente.
PALAVRAS-CHAVE: Rastreabilidade. Alimento. Cadeia produtiva. Tecnologia *blockchain.*

THE USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AGROFOOD TRACEABILITY

ABSTRACT: This study aims to analyze the thematic approaches of scientific articles on the use and applicability of Blockchain technology in agrifood traceability indexed in the Elsevier's Scopus database. To achieve this objective, a bibliometric review was carried out, followed by a systematic review of the studies. As for the results obtained, the beginning of publications in 2018 was evidenced, with a greater concentration of publications in the last two years, in the countries of China, Italy and India, with emphasis in the areas of computer science and engineering, demonstrating that the theme is recent. In the systematic analysis, ten articles considered of greatest relevance were identified based on the number of citations being located in the period from 2018 to July 2021, in these studies there is a

greater concentration in the use of blockchian technology in the transparency of information, food safety , quality of agri-food products and adding value to production. Of the articles that sought to use technology to give more guarantee and quality to food, in general they were aimed at the point of view of consumer/customer satisfaction.
KEYWORDS: Traceability. Food. Productive chain. Blockchain technology.

1 I INTRODUÇÃO

A globalização dos mercados tem elevado a movimentação dos produtos, das informações e das pessoas entre os países. Além disso, atualmente é possível comprar frutas ou legumes independentemente da estação do ano. No entanto, a globalização, em especial, no setor agroalimentar tem elevado o desafio de garantir a segurança alimentar e a rastreabilidade dos produtos, tornando as cadeias de abastecimento de alimentos dependentes de um número cada vez maior de atores envolvidos no processo. Entretanto, os fluxos das atividades desempenhadas pelas cadeias agroalimentares apresentam ineficazes, pois pode ser facilmente falsificado. Apesar dos esforços crescentes dos órgãos públicos para uma regulamentação mais rigorosa e com medidas de controle, as estruturas regulatórias entre países e regiões ainda divergem nas questões de segurança alimentar. Ademais, as situações de crise ainda ocorrem com frequência em nível global (CHAMMEM, *et al.,* 2018).

Neste cenário nota-se que imprevistos de segurança alimentar têm acontecido com frequência em todo o mundo e as situações não só colocaram os reguladores em ação, como também ocorreu uma maior consciência dos consumidores. Para minimizar esses riscos, a rastreabilidade dos alimentos é considerada um aspecto de suma relevância para garantir a segurança alimentar, a qualidade dos produtos, a confiança e a satisfação dos consumidores (LIU; KERR; HOBBS, 2012; RESENDE; FILHO; HURLEY, 2012).

Uma das soluções desenvolvida para a rastreabilidade é o uso da tecnologia *Blockchain*. Neste caso, o consumidor poderá contar a transparência e detalhamento das informações de produção sobre o alimento que consomem (FERREIRA *et al*., 2017). A tecnologia *Blockchain* concentra-se na criação de relações diretas criando confiança e visibilidade sobre a circulação de mercadorias. Com o desenvolvimento da *blockchain*, será possível rastrear automaticamente e por completo todo o processo produtivo para garantir que não haja nenhum problema de segurança alimentar (XIE; SOL; LUO, 2017).

O uso da tecnologia *blockchain* na área de segurança alimentar, a partir de uma perspectiva de gerenciamento de cadeia de fornecimento, estabelece um sistema de controle e segurança para cada cadeia de abastecimento. E que unindo ao sistema de informação com o método geral de cadeia de gestão de risco HACCP (Analise de Perigos e Pontos Críticos), fornece um sistema de controle e conecta todos os potenciais pontos de perigo ao longo da cadeia de abastecimento, coletando informações, transferência, armazenamento, verificação e partilhando entre os membros da cadeia (FAYE, 2017).

Neste sentido, busca-se como problemática, a compreensão dos aspectos relacionados a rastreabilidade agroalimentar global. Para tanto, este estudo foi conduzido pela seguinte pergunta: Quais contribuições a tecnologia *blockchain* proporciona para a transparência, confiança e competitividade do setor agroalimentar? Com isso, o objetivo deste trabalho é analisar as abordagens temáticas dos artigos científicos sobre uso e aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* na rastreabilidade agroalimentar indexados na base de dados *Elsevier's Scopus*.

O artigo está estruturado em seis seções: primeiramente, contextualiza o assunto abordado. Na segunda seção, explana a fundamentação teórica, após, detalha-se o método utilizado para atingir seu objetivo. Já na terceira seção, são apresentadas as análises dos dados e posteriormente, as conclusões, limitações e sugestões para estudos futuros, por fim, a relação das referências utilizadas.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Rastreabilidade agroalimentar, fluxos de Informações e a tecnologia *blockchain*

A cadeia de suprimentos agroalimentar pode ser entendida como um processo que vai desde a produção de insumos até a sua distribuição, passando pela produção agrícola e agroindustrial. Desta forma, a agricultura, em um contexto sistêmico de cadeia produtiva, foi designada de Agribusiness e definido como: "a soma das operações de produção e distribuição de insumos para a agricultura, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e componentes produzidos a partir delas" (BATALHA, 1997, p. 502).

Neste sentido, o elo da produção agrícola na qual ocorre a menor incidência de registro de informações, o que torna a recuperação dos dados sobre as operações e os custos do processo produtivo um exercício penoso e impreciso. Este elo sofre uma pressão contínua por parte dos demais atores da cadeia para a formação de bases de dados que possibilitem gerar indicadores. Tornando-se necessário a criação de um conjunto de princípios que norteassem a produção e comercialização, garantindo uma melhor eficiência dos processos e assegurando a qualidade dos produtos agroalimentar (CARNEIRO; ARAUJO; CARDOSO, 2018).

O armazenamento de informações sobre a cadeia produtiva, em tecnologia *blockchain,* resolve os problemas de conservação de dados personalizados, tornando-a mais eficiente. A estrutura pode contar com dados tecnológicos da internet das coisas para transparência e auditabilidade dos registros armazenados. Com a tecnologia *blockchain,* os dados rastreados são gravados em bloco de forma segura e indefectível, a segurança dos dados é a garantia da segurança dos alimentos (XIE; SOL; LUO, 2017). Visto que a *blockchain* é um sistema de dados distribuídos, que replica e compartilha informação entre

todos os membros de uma rede.

Blockchain é uma inovação que vem da incorporação de tecnologias já existentes. É uma base de dados distribuída, na qual um grupo de pessoas controla, registra e compartilha informações e pode ser utilizada em diferentes tipos de aplicações, interligada por meio de plataformas e *hardwares* em todo o mundo. Ela tem sido apontada como uma tecnologia que tem o conceito baseado em protocolo inviolável à ação humana e é fundamentada em três tecnologias subjacentes: redes *peer-to-peer* (P2P), criptografia e algoritmos de consistência distribuídos. Além disso, ela é acompanhada de um contrato inteligente, o qual não é parte necessária dos sistemas baseados em *blockchain*, mas fornece suporte natural para as transações realizadas, utilizando a tecnologia (SIKORSKI; HAUGHTON; KRAFT, 2017).

Tse *et al.* (2017), salientam que a *blockchain* é uma solução inovadora para o sistema de informações, em uma conjuntura de cadeias produtivas. Para os autores a tecnologia permite condições de verificar a autenticidade de documentos sem a necessidade de uma autoridade central, cada transação requer a verificação da última operação concretizada rastreando-as ao longo de toda a cadeia. Ademais, com uso da tecnologia blockchain na rastreabilidade, podem auxiliar na diferenciação de produtos que passam por diversos processamentos, bem como produtos de organizações que estejam engajadas em projetos socioambientais benéficos. Do mesmo modo, pode facilitar a valorização de atributos desconhecidos pelo consumidor (KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2019; REJEB; KEOGH; TREIBLMAIER, 2019).

Logo, com a *blockchain* será possível o monitoramento de todas as transações com autenticidade e eficiência na circulação de informações sobre um determinado produto e/ou serviço. Além dessa tecnologia servir de apoio e transparência, pode também ser reforçada por meio da integração de contratos inteligentes sendo utilizada como uma ferramenta para aumentar a segurança nos processos logísticos.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para solucionar a questão deste estudo, foi realizada uma revisão *bibliometrica* e sistemática da literatura, com base nos artigos indexados na base de dados *Elsevier's Scopus* no dia 10 de julho de 2021, sem restrição de data de publicação. O objetivo deste estudo é analisar as abordagens temáticas dos artigos científicos sobre uso e aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na rastreabilidade agroalimentar.

Araújo (2006) configura a *bibliometria* como uma técnica quantitativa e estatística de medição de índices de produção de forma sistematizada, contribuindo com a temática no meio acadêmico, caracterizando-se por medir a influência dos periódicos, dos pesquisadores e suas tendências.

Para Coughlan; Cronin e Ryan (2008), a revisão sistemática precisa apresentar

os seguintes critérios: formular a pergunta de pesquisa; definir critérios de inclusão ou exclusão; selecionar e acessar a literatura; avaliar a qualidade da literatura incluída na avaliação; e analisar, sintetizar e divulgar os resultados. Essa escolha se deu devido à sua confiabilidade acrescida do rigor metodológico necessário para desenvolvê-la. Do mesmo modo, sua abrangência permite uma análise geral do conteúdo estudado e consente em uma estruturação clara das informações encontradas (TRANFIELD *et al.*, 2003). Dessa forma, os critérios aplicados nesta pesquisa são:

- **Formulação da pergunta de pesquisa:** Como as cadeias agroalimentares estão utilizando a tecnologia blockchain melhoria e transparência da rastreabilidade? Os critérios utilizados para formulação da pergunta foi atualidade e relevância do tema.
- **Critérios de inclusão e exclusão:** incluem título, resumo e palavras-chave, busca por publicações na base de dados *Scopus*, no dia 10 de julho de 2021, sem restrição de data de publicação, utilizando-se os termos: (*blockchain* or *block-chain, and traceability and food and agric* or agr**) delimitando-se para publicações somente em forma de artigos.
- **Seleção e acesso da literatura:** os resultados gerais da busca retornaram em 45 artigos.
- **Avaliação da qualidade da literatura:** foi realizada a leitura na íntegra dos 45 artigos e incluindo todos nas análises
- **Análise, síntese e disseminação dos resultados:** identificou as possíveis aplicabilidades do uso da tecnologia *blockchain* na rastreabilidade das cadeias produtiva agroalimentar.

Após essa etapa, realizou-se as análises e discussões dos resultados de forma quali-quantitativa, extraindo fragmentos de seus estudos de modo a evidenciar os pressupostos apresentados na problemática de pesquisa.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na busca por resultados em relação aos possíveis usos e aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na rastreabilidade agroalimentar, fez-se uso de análise bibliométrica, revisão sistemática da literatura para identificar estudos que evidenciassem sua utilização. Diante disso, seguem as análises que apresentam as contribuições para uma discussão crítica e científica sobre a temática em estudo.

Inicialmente apresenta-se as análises bibliométricos dos artigos obtidos na base de dados *Elsevier's Scopus,* em diferentes parâmetros de desempenho, como: evolução cronológica, principais áreas de publicação, países e instituições que publicaram sobre o tema, autores que publicaram sobre a temática. Inicialmente, foi analisada a evolução cronológica dos artigos, conforme exemplificado na Figura 1.

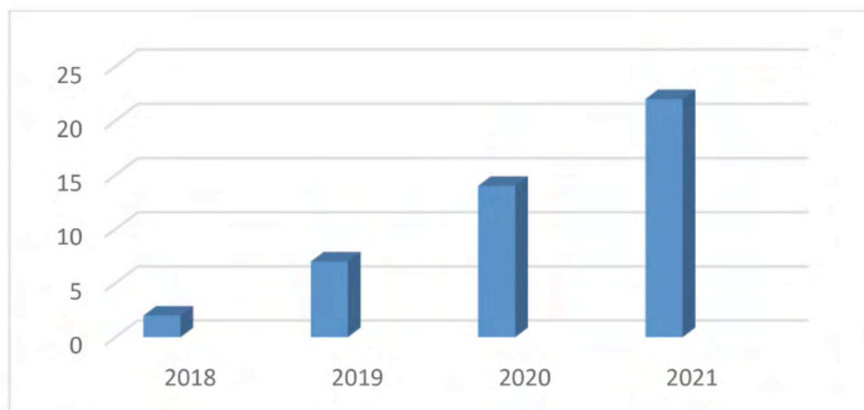


Figura 1 - Evolução cronológica dos artigos

Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

Ao ser analisada a distribuição dos 45 artigos encontrados, verifica-se que as publicações iniciaram em 2018 com 2 estudos, em 2019 teve 7 artigos, em 2020 com 14 artigos e em 2021 tem-se 22 artigos, representando um crescimento significativo no número de publicações.

Neste contexto, conclui-se que as pesquisas sobre a temática têm crescido expressivamente nos últimos dois anos. Esta tendência ascendente ressalta a natureza emergente do tema e um vasto interesse de pesquisadores e universidades, embora as plataformas de *blockchains* ainda esteja em seu estágio inicial, conforme apontado no estudo de (ROCHA; DE OLIVEIRA; TALAMINI, 2021). Na figura 2, apresenta-se as áreas com maior número de publicação.

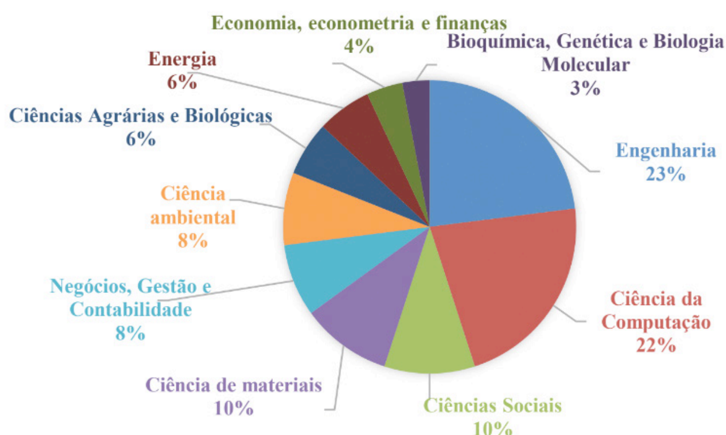


Figura 2- Áreas com maior número de publicação.

Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

Na Figura 2, constata-se que a grande maioria das publicações está concentrada nas áreas de Engenharia (23%), Ciência da Computação (22%) e Ciências Sociais (10%). Isso se justifica pelo fato da blockchain ser uma tecnologia que necessita de desenvolvedores de softwares para criar modelos que se adaptem às necessidades. Do mesmo modo, a tecnologia se encontra em discussão de funcionamento e desenvolvimento e, no que diz respeito ao seu processo de aplicação, ela está ainda muito restrita (ROCHA; DE OLIVEIRA; TALAMINI, 2021).

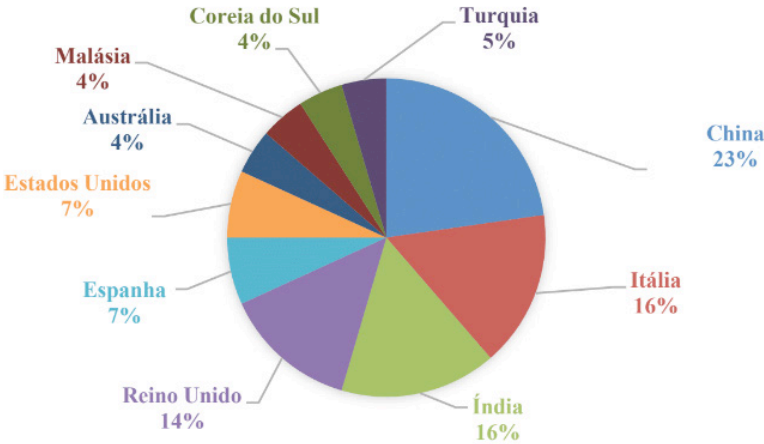


Figura 3 – Total dos países que publicam sobre a temática em estudo.

Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

Na Figura 3, destaca-se os 10 principais países, sendo a China a líder em índice de publicações, com 23%; Itália e Índia com 16%; Reino Unido com 14%; Espanha e Estados Unidos com 7%; Turquia com 5% e Austrália, Malásia e Correia do Sul, com 4% dos artigos publicados. Ressalta-se que nesses países se encontram as instituições que possuem pesquisas relacionadas com a temática. A China é um dos países que mais tem investimentos na área de tecnologia e é referência mundial em inovação tecnológica (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Na Tabela 1 tem-se as dez publicações mais relevante e com maior número de citações.

	Artigo	Autores	Fonte	Ano	Total de Citações
1	*Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain*	Kamble,S.S., Gunasekaran,A., Sharma, R.	International Journal of Information Management	2020	102
2	*Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain*	Zhao, G. , Liu, S. , Lopez, C. , (...), Chen, H. , Boshkoska, BM	Computers in Industry	2019	96
3	*An intelligent Edge-IoT platform for monitoring livestock and crops in a dairy farming scenario*	Alonso,R.S., SittónCandanedo,I., García,Ó., Prieto, J., Rodríguez-González, S.	Ad Hoc Networks	2020	42
4	Blockchain-Based Agri-Food Supply Chain: A Complete Solution	Shahid,A., Almogren, A., Javaid, N., (...), Zuair, M., Alam, M.	*IEEE Access*	2020	23
5	Blockchain in agriculture traceability systems	Demestichas,K., Peppes,N., Alexakis,T., Adamopoulou, E.	*Applied Sciences (Switzerland)*	2020	18
6	Blockchain-based safety management system for the grain supply chain	Zhang,X., Sun,P., Xu, J., (...), Zhao, Z., Dong, Y.	*IEEE Access*	2020	15
7	*Blockchain-based traceability and visibility for agricultural products: A decentralizedway of ensuring food safety in India*	Prashar, D., Jha, N., Jha, S., Lee, Y., Joshi, G.P.	*Sustainability (Switzerland)*	2020	14
8	*A safe and efficient storage scheme based on blockchain and IPFs for agricultural products tracking*	Hao,J., Sun, Y., Luo, H	*Journal of Computers (Taiwan)*	2018	14
9	*Exploring the impact of blockchain on the performance of agri-food supply chains*	Stranieri, S., Riccardi, F., Meuwissen, M.P.M., Soregaroli, C.	Food Control	2021	13
10	*The supply chain value of pod and pgi food products through the application of blockchain*	Scuderi, A., Foti, V., Timpanaro, G.	*Quality - Access to Success*	2019	12

Tabela 1- Publicações mais relevantes para a pesquisa e com maior número de citações

Fonte: elaborada pelas autoras com utilização do software Statistica v. 13.5.0.17, (2021).

Com relação a descrição dos artigos, evidencia-se que os 45 documentos apresentaram 511 citações desde 2018 até 10 de julho de 2021. Os artigos foram organizados como Times *Cited- highest to lowest*, ou seja, dos mais citados para os menos citados. Identificou-se que apenas os 10 primeiros artigos são responsáveis pelo h-index de 345, o que significa que estes estudos possuem 12 citações ou mais, representando 67,5% do total de citações.

O Quadro 1 apresenta uma síntese das abordagens e contribuições dos artigos mais citados conforme indicado na Tabela 1.

AUTORES / ANO	CONTRIBUIÇÕES
Kamble, S.S., Gunasekaran, A., Sharma, R. (2020)	Identificou e estabeleceu relações entre os facilitadores da adoção do BT na ASC. Treze capacitadores foram identificados e validados antes de aplicar uma metodologia combinada de Modelagem Estrutural Interpretativa e Laboratório de Avaliação e Tomada de Decisão para prever as relações causais complexas entre os capacitadores identificados. Os resultados sugerem que a rastreabilidade foi o motivo mais significativo para a implementação do BT no ASC, seguido por auditabilidade, imutabilidade e proveniência. Os resultados ajudaram a projetar as estratégias para a implementação da BT na agricultura, criando um ASC orientado por dados em tempo real e a desenvolver políticas para uma implementação mais rápida da BT garantindo comida, segurança e ASCs sustentáveis.
Zhao, G. , Liu, S. , Lopez, C. , (...), Chen, H. , Boshkoska, BM (2019)	Utilizaram *blockchain,* tecnologia de informação e comunicação e internet das coisas para a melhoria da gestão da cadeia de valor agroalimentar em: rastreabilidade, segurança da informação, manufatura e gestão sustentável da água. Os desafios foram a capacidade de armazenamento e escalabilidade, vazamento de privacidade, alto custo e problema de regulamentação, de taxa de transferência e latência e falta de habilidades. Os resultados contribuem para a gestão da cadeia de valor, confirmando assim o potencial da tecnologia *blockchain* e suas implicações na cadeia agroalimentar, como melhorias de desempenho da cadeia de valor, como alimento seguro, com qualidade e rastreabilidade.
Alonso,R.S., Sittón Candanedo,I., Prieto,J., Rodríguez-González, S. (2020)	Este estudo fornece uma plataforma orientada à aplicação de *IoT, Edge Computing, Artificial Intelligence* e *Blockchain* técnicas em ambientes de *Smart Farming,* por meio da nova Global *Edge Computing Architecture* e, projetado para monitorar o estado do gado leiteiro e de grãos para ração em tempo real, bem como garantir a rastreabilidade e a sustentabilidade dos diferentes processos envolvidos na produção. A plataforma é implantada e testada em um cenário real, em uma fazenda de gado leiteiro, demonstrando que a implementação do EC contribui para uma redução no tráfego de dados e uma melhoria na confiabilidade nas comunicações entre as camadas IoT-Edge e a Nuvem.
Shahid,A., Almogren, A., Javaid, N., (...), Zuair, M., Alam, M.	Apresenta uma solução, com o uso da *blockchain,* cadeia de suprimento agroalimentar. Aproveitando os principais recursos de *blockchain* e contratos inteligentes, implantados em ethere, um *blockchain* rede. No sistema, todas as transações são gravadas em *blockchain* que carrega os dados para o *Interplanetary File Storage System* (IPFS). O sistema de armazenamento retorna um hash dos dados que são armazenados em *blockchain* e garante uma solução eficiente, segura e confiável. Fornece contratos inteligentes junto com seus algoritmos para mostrar a interação de entidades no sistema. Apresenta simulações e avaliação de contratos inteligentes com as análises de segurança e vulnerabilidade.
Demestichas, K. , Peppes, N. , Alexakis, T. , Adamopoulou, E. (2020)	O presente artigo fornece uma visão geral da aplicação da tecnologia *blockchain* para habilitar rastreabilidade agroalimentar. O estudo apresenta as definições, e os níveis de adoção, ferramentas e vantagens de rastreabilidade, acompanhado de uma breve visão geral da funcionalidade e vantagens da *blockchain* para sistema de rastreabilidade. Ele prossegue com a discussão de aplicações comerciais relevantes, destacando os desafios e as perspectivas futuras da aplicação *de blockchain* na cadeia agroalimentar.

Zhang,X., Sun,P., Xu, J., (...), Zhao, Z., Dong, Y.(2020)	Realizou uma investigação de campo de empresas de processamento de trigo na província de Shandong, analisando o processo operacional da cadeia de abastecimento de grãos. Propondo uma nova arquitetura de sistema em toda a cadeia de abastecimento de grãos com base em *blockchain*, e projetando um mecanismo de armazenamento multimodo que combina o armazenamento em cadeia. Este protótipo foi testado e verificado usando casos reais e cenários de aplicação. Comparado aos sistemas tradicionais, o sistema proposto é caracterizado pela segurança e confiabilidade dos dados, interconexão e intercomunicação de informações, compartilhamento em tempo real de informações sobre materiais perigosos e rastreamento de todo o processo dinâmico e confiável. Este sistema é significativo e tem valor de referência para garantir qualidade, segurança e rastreabilidade.
Prashar, D., Jha, N., Jha, S., Lee, Y., Joshi, G.P. (2020)	Propôs uma solução baseada em *blockchain* que elimina a necessidade de uma estrutura centralizada, intermediários e trocas de informações, otimiza o desempenho e cumpre com um alto nível de segurança e integridade. Utiliza-se de contratos inteligentes para monitorar e gerenciar todas as comunicações e transações dentro da rede da cadeia de suprimento e todas as partes. É verificado todas as transações que são registradas e armazenadas em um banco de dados de sistema de arquivos interplanetário centralizado. Permite um sistema de cadeia de suprimentos seguro e econômico para as partes interessadas. Modelo proposto oferece um sistema de cadeia de suprimentos transparente, preciso e rastreável. A solução apresenta uma taxa de transferência de 161 transações por segundo com um tempo de convergência de 4,82 s, e foi considerada eficaz na rastreabilidade de produtos agrícolas.
Hao,J., Sun, Y., Luo, H, (2018)	Propôs um modelo de armazenamento de dados baseado em Sistema de Arquivos Interplanetário (IPFS) e *blockchain.* Primeiro, o IPFS é usado para armazenar vídeo, imagens e dados de monitoramento em tempo real relatados pelos sensores. Então, a fim de evitar um usuário malicioso em caso de ataque de falsificação de dados, exploram a *blockchain* para armazenar o endereço hash IPFS dos dados de proveniência. Com base nisso, projetaram um mecanismo de autenticação baseado em *blockchain*. Ele pode verificar os dados e garantir a segurança efetiva dos dados. Os resultados experimentais mostram que a abordagem proposta pode superar os métodos existentes.
Stranieri, S., Riccardi, F., Meuwissen, M.P.M., Soregaroli, C.(2021)	Apresenta uma proposta de estrutura conceitual integrada, avaliada por meio de um estudo de caso em 3 cadeias de abastecimento. Os dados coletados por entrevistas semiestruturadas e analisados sistematicamente revelam que a *blockchain* impacta positivamente no lucro e/ou retorno do investimento das cadeias de abastecimento, levando a um aumento da extrínseca dos atributos de qualidade e promove uma melhor gestão da informação ao longo das cadeias alimentares, devido a acessibilidade, disponibilidade e compartilhamento de informações. A análise também sugere uma melhor gestão da incerteza comportamental entre os agentes das cadeias de abastecimento e um aumento do conhecimento da empresa, bem como das competências de gestão da cadeia de abastecimento.
Scuderi, A., (2019)	Utilizou das *blockchian* para reduzir a assimetria de informação, tentando diminuir a distância entre produtores e consumidores, e valorizando a cadeia de suprimentos de produtos de qualidade DOP qualidade e IGP através da Razão Distribuído Tecnologias, pois na cadeia de suprimentos existem algumas fases do processo que não são oficialmente codificadas, o que representa uma lacuna a ser preenchida para proteger o consumidor.

Quadro 1: Síntese das abordagens dos principais artigos.

Fonte: elaborado pelas autoras (2021).

A partir do exposto na síntese dos artigos sobre a temática em estudo, pode-se perceber que o tema vem se destacando nos últimos anos. Ao examinar o conteúdo sobre o qual se dedicaram os referidos estudos, temos uma maior concentração da utilização da tecnologia *blockchian* na transparência das informações, segurança alimentar e

qualidade dos produtos agroalimentar e agregação de valor à produção. Dos artigos que buscaram utilizar a tecnologia para dar mais garantia e qualidade aos alimentos, foram voltadas ao ponto de vista da satisfação do consumidor/cliente. A maior parte deles empregam abordagens empíricas com aplicação de instrumentos previamente validados ou desenvolvidos pelos pesquisadores, tendo o próprio estudo como oportunidade de validação e de desenvolvimento de protótipos de *blockchain.*

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere aos resultados apresentados, com base nas análises bibliométricas e revisão sistemática, verificou-se que o tema é crescente nos últimos anos. Embora as publicações sobre a temática tiveram seu início em 2018, a discussão teve um crescimento mais acentuado em número de publicações em 2020 e 2021. Foram identificadas evidências de que a tecnologia traz benefícios quando utilizada de forma precisa para atingir a qualidade e a segurança dos alimentos. Neste contexto, a implementação da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos está em sua fase introdutória. Organizações, geralmente varejistas, estão utilizando a tecnologia para objetivos específicos, como garantir rastreabilidade, qualidade de seus produtos e o melhorando suas as vendas. A adoção da *blockchain* pode reduzir os custos administrativos e melhorar a eficiência da gestão das informações inserida na rede e ao mesmo tempo impactar no desempenho das cadeias agroalimentares.

Historicamente, a produção de alimentos é caracterizada pela presença de pequenos e médios produtores, com baixo poder de negociação. Neste contexto, a *blockchain* pode ser protagonista, utilizada na troca de bens e serviços que possibilitem democratizar o processo de abastecimento, tornando mais justa a relação entre pequenos produtores e grandes compradores. Além disso, se a *blockchain* for utilizada e gerenciada de forma adequada, demonstrará que não é apenas mais uma forma de barreira protecionista dos mercados consumidores, mas sim uma ferramenta para aumentar a segurança alimentar e a garantia ao consumidor. E que o processo produtivo pode ser feito com mínimo de impacto ambiental possível, trazendo benefícios sociais e econômicos para os atores envolvidos no processo de produção e comercialização.

Pouco se sabe sobre as vantagens e desvantagens da tecnologia *blockchain*, posto que as evidências fornecidas na literatura ainda são escassas e muito recentes, em sua maioria focadas em indicadores específicos. De acordo com Rocha, de Oliveira e Talamini (2021) o que se tem são protótipos e que ainda estão em fase de teste de aplicação. Embora este estudo seja de natureza exploratória, ele oferece uma base para a seleção de abordagens teóricas a formulação de novas hipóteses para estudos futuro com enfoque na temática *blockchain*.

Salienta-se que os resultados apresentados são limitados a estudos científicos.

A escolha dos artigos foi feita por aqueles que continham as palavras-chave definidas e em apenas uma base de dados, por ser uma plataforma de relevância e com maior número de periódicos indexado. Podendo apresentar, resultados distintos, já que não foram considerados todos os tipos de documentos e outras bases de dados. Vale ressaltar a importância desse estudo para o sistema agroalimentar. Assim, para estudos futuros sugere-se analisar a evolução da produção científica a respeito da temática em outras bases de dados, ampliando, assim, o campo de busca e que se explore questões como uso da tecnologia para sustentabilidade nos agronegócios.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C.A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Revista em Questão, Porto Alegre, v.12, n. 1, p. 11-13.2006.

ALONSO,R.S., et al. An intelligent Edge-IoT platform for monitoring livestock and crops in a dairy farming scenario, Ad Hoc Networks, Volume 98, 2020, 102047, ISSN 1570-8705, https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2019.102047.

BATALHA, M.O; Gestão Agroindustrial: GEPAI: Grupo de Estudos e pesquisas agroindustriais. Atlas, v. 1, 573 p, 1997.

CARNEIRO, T. C. J.; ARAUJO, C. A. S.; CARDOSO, P. A. Processo de Implantação do Supply Chain Management: A Experiência de Duas Empresas Atuantes no Brasil, 2003. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2003-gol- 0770.pdf Acesso em: 15 jun. 20121.

COUGHLAN, M; CRONIN, P. & RYAN, f. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. British Journal of Nursing, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 38–43, 2008.

CHAMMEM, N. *et al.* Foodcrises and food safety incidents in european union, United States, and maghreb area: Current risk communication strategies and new approaches. *Journal of AOAC International, 101*(4), 923–938. https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0446, 2018.

DEMESTICHAS, K.*et al* Blockchain em Sistemas de Rastreabilidade de Agricultura: Uma Revisão. Appl. Sci. 2020, 10, 4113. https://doi.org/10.3390/app10124113. 2020.

FAYE, P. S. Use of Blockchain Technology in Agribusiness: Transparency and Monitoring in Agricultural Trade 4th International Conference on Management Science and Management Innovation (MSMI 2017). Wuhan University of Technology (WHUT) Wuhan, China, 2017.

FERREIRA, J. E., PINTO, F. G. C., & SANTOS, S. C. DOS. Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do *Blockchain*. Revista Gestão. Org, Recife, v.15, ed. especial, p. 108-117, 2017.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. International Journal of Information Volume 52, 2020,101967, ISSN 0268-4012, Management. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023, 2019. 10

LIU, H., KERR, W. A., & HOBBS, J. E. A review of Chinese food safety strategies implemented after several food safety incidents involving export of Chinese aquatic products. British Food Journal, 114(3), 372–386. https://doi.org/10.1108/ 00070701211213474. 2012.

PRASHAR, D. *et al.* Blockchain-Based Traceability and Visibility for Agricultural Products: A Decentralized Way of Ensuring Food Safety in India. Sustainability 2020, 12, 3497. https://doi.org/10.3390/su12083497, 2020.

REJEB, A.; KEOGH, J. G.; TREIBLMAIER, H. Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management. Future Internet, 11, p. 1-22, 2019.

RESENDE-FILHO, M. A., & HURLEY, T. M. Information asymmetry and traceability incentives for food safety. International Journal of Production Economics, 139(2), 596–603. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.034, 2012.

ROCHA, G.D.S.R.; DE OLIVEIRA, L.; TALAMINI. Blockchain Applications in Agribusiness: A Systematic Review. Future Internet 2021, 13, 95. https://doi.org/ 10.3390/fi13040095, 2021.

SCUDERI, A., FOTI, V., TIMPANARO, G. The supply chain value of pod and pgi food products through the application of blockchain.Quality - Access to Success 20(S2), pp. 580-587, 2019.

STRANIERI, S. *et al.* Exploring the impact of blockchain on the performance of agri-food supply chains, Food Control, Volume 119, 2021, 107495, ISSN 0956-7135, https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107495. 2021.

SHAHID, A. ALMOGREN, N. JAVAID, FA AL-ZAHRANI, M. ZUAIR E M. ALAM, “*Blockchain*-Based Agri-Food Supply Chain: A Complete Solution,” em *IEEE Access*, vol. 8, pp. 69230-69243, 2020, doi: 10.1109 / ACCESS.2020.2986257, 2020.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. How Blockchain Will Change Organizations. *MIT Sloan Manag. Rev.*, *58*, 10–13, 2016.

TSE, D.; ZHANG, B.; YANG, Y.; CHENG, C.; UM, H.B. Blockchain application in food supply information security. In: International conference on industrial engineering and engineering management, 1, 2017, singapura. Anais […]., singapura: ieee¸. 2017.

X. ZHANG. *et al.*”Blockchain-Based Safety Management System for the Grain Supply Chain”, em *IEEE Access*, vol. 8, pp. 36398-36410, 2020, doi: 10.1109 / ACCESS.2020.2975415, 2020.

XIE, C., SOL, Y., luo, h. Secured Data Storage Scheme based on Block Chain for Agricultural Products Tracking3 rd International Conference on Big Data Computing and Communications. V.8113046, p. 45-50, 2017.

ZHAO, G. *et al.* Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions, Computers in Industry, Volume 109, 2019, Pages 83-99, ISSN 0166 3615, https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002, 2019.

CAPÍTULO 17

PROSPECÇÃO DE POTENCIAIS BIOAGENTES PARA CONTROLE DA DROSÓFILA-DA-ASA-MANCHADA

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 14/04/2022

Jeanne Scardini Marinho-Prado
Laboratório de Quarentena "Costa Lima"/ Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
http://lattes.cnpq.br/8742593129238690

Maria Conceição Peres Young Pessoa
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
http://lattes.cnpq.br/7609273004875279

Janaína Beatriz Aparecida Borges
Bolsista Embrapa Meio Ambiente/Graduanda em Engenharia Agronômica UFSCar (Período: fevereiro a agosto/2021)
Taquarivaí – SP
http://lattes.cnpq.br/9377931408070062

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos
Embrapa Semiárido
Petrolina – Pernambuco
http://lattes.cnpq.br/6606136052148527

Rafael Mingoti
Embrapa Territorial
Campinas- São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3479283038505977

Giovanna Galhardo Ramos
Bolsista Embrapa Meio Ambiente/Graduanda Medicina Veterinária UNIFAJ (Período: março/2020 a julho/2021)
Jaguariúna - São Paulo
http://lattes.cnpq.br/9267496163655298

RESUMO: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) é um inseto polífago, nativo da Ásia e de importância econômica para cultivos no Brasil, onde é conhecido por Drosófila-da-Asa-Manchada (DAM) ou "Spotted Wing Drosophila" (SWD). DAM é uma importante praga de pequenas frutas em diferentes países, com sua principal estratégia de manejo baseada no controle químico. Entretanto, algumas características do controle biológico o tornam uma boa estratégia para o manejo desse inseto. Entre elas estão a capacidade de muitos parasitoides atacarem as larvas dentro das frutas, onde os agrotóxicos são geralmente menos eficazes, bem como pelo fato de que inimigos naturais são capazes de interferir na mortalidade natural de populações de pragas presentes em áreas naturais, onde hospedeiros silvestres estão presentes e o controle não é empregado. Este trabalho apresenta um levantamento realizado em literatura técnico-cientifica nacional e internacional com o objetivo de prospectar potenciais bioagentes de *D. suzukii,* identificando aqueles mais eficazes. Entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus e nematoides), predadores e parasitoides foram apresentados, sendo que o parasitoide larval *Ganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae) e o parasitoide pupal *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) destacaram-se como alternativas para o manejo de *D. suzukii* no Brasil.
PALAVRAS-CHAVE: Drosófila-da-asa-manchada (DAM), controle biológico, inimigos naturais, parasitoide, proteção de cultivos.

PROSPECTING POTENTIAL BIOAGENTS TO CONTROL SPOTTED WING DROSOPHILA

ABSTRACT: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) is a polyphagous insect, endemic to Asia, and of economic importance for crops in Brazil, where it is known as “Drosófila-da-asa-manchada” (DAM) or Spotted Wing Drosophila (SWD). SWD is an important pest of small fruit crops in different countries with main management strategy based on chemical control. Despite that, some biological control characteristics make it a good strategy for the management of this insect. Among them are the capacity of many parasitoids to attack the larvae inside the fruits, where pesticides are usually less effective, and the fact that natural enemies can interfere with the natural mortality of pest populations present in natural areas, where wild hosts are present and the control is not applied. This work presents a survey conducted on both national and international technical-scientific literature in order to prospect potential biocontrol agents of *D. suzukii*, identifying the most effective ones. Entomopathogens (fungi, bacteria, viruses, and nematodes), predators, and parasitoids were presented, and both the larval parasitoid Ganaspis sp. (Hymenoptera: Figitidae) and the pupal parasitoid *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) stood out as alternatives for the management of D. suzukii in Brazil.
KEYWORDS: Spotted wing drosophila (SWD), biological control, natural enemies, parasitoid, crop protection.

1 | INTRODUÇÃO

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), também conhecido por Drosófila-da-Asa-Manchada (DAM) ou “Spotted Wing Drosophila” (SWD), é um inseto nativo da Ásia e considerado como de importância econômica para cultivos no Brasil (SCHLESENER et al,2015; NAVA et al., 2015), onde foi identificado pela primeira vez em 2013, no estado do Rio Grande do Sul, em um horto-florestal do município de Capão do Leão, e em áreas de reservas do estado de Santa Catarina, com primeiro ataque registrado em morango ocorrido no início de 2014 no município de Vacaria, RS (NAVA et al, 2015; SANTOS, 2014; SOUZA et al, 2013). Bortoncello et al (2019) também detectaram a ocorrência de *D. suzukii* nas safras de 2014 e 2015 em pomares de pêssego das cultivares Premier e Chimarrita, do município de Cotiporã, RS, corroborando com outros relatos de ataque a essa cultura (ANDREAZZA et al., 2016).

DAM é importante praga de pequenas frutas em diferentes países, principalmente das Américas do Norte e Sul, da Ásia e Europa, onde o controle químico é a sua principal estratégia de manejo (SANTOS, 2014; SCHLESENER et al, 2015; NAVA et al, 2015; WOLLMANN et al, 2016).

Diferentemente da maioria das espécies frugívoras de *Drosophila*, que depositam seus ovos em frutas danificadas ou em apodrecimento, a DAM pode ovipositar em frutas intactas e em fase de amadurecimento devido ao seu ovipositor único em forma de serra, o que abre caminho para infecções secundárias e provoca rápida degradação das frutas

(WANG et al., 2020c). De forma direta, os danos da praga são causados em decorrência das oviposições no interior do fruto, onde a fase larval se desenvolve consumindo a polpa ou formando galerias. Indiretamente os danos também propiciam a ocorrência de aberturas ou lesões nos frutos, que podem favorecer a entrada de microrganismos e, assim. Dessa forma, os danos do inseto podem atingir até 100%, variando conforme aspectos climáticos, cultivo-alvo e, em alguns casos, até mesmo variedades específicas, e o manejo empregado no local de cultivo (CORNELL UNIVERSITY, 2017; ANDREAZZA et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; COATES, 2009; BOLDA et al., 2010). De hábito polífago, estes insetos vêm sendo reportados em ameixa, amora, amora-preta, caqui, cereja, citros, damasco, figo, flores framboesa, mirtilo, morango, nectarina, seiva de carvalhos, pêssego, uva, entre outros (BORTONCELO et al., 2019; CORNELL UNIVERSITY, 2017; MATEUS et al, 2016; WANG et al., 2016; WILMAN et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; WALSH et al, 2011; BOLDA et al., 2010).

O uso de agrotóxicos tem sido a principal estratégia de controle de *D. suzukii*, apesar de elevar o custo de produção, prejudicar a ação de organismos benéficos (inimigos naturais) e favorecer a ocorrência de resistência na população. Acrescenta-se, ainda, que enquanto no interior dos frutos, ocorre a menor efetividade no uso de inseticidas no combate das fases de ovo e larva que nele se desenvolvem, implicando na necessidade de busca de novas opções para o controle dessas fases imaturas (SCHLENESER et al 2019; VIEIRA et al., 2020; WANG et al 2020b; WANG et al 2020c).

Visando o controle de *D. suzukii* no Brasil, vários resultados vêm sendo disponibilizados, estando entre os mais recentes, zoneamentos territoriais e a seleção de produtos químicos com base em seu potencial de transporte e de impacto aos polinizadores (MINGOTI et al., 2021; RAMOS et al., 2021; FERRACINI et al., 2020). Esses trabalhos sinalizam a aptidão à ocorrência de *D. suzukii* em todas as regiões do país e relatam o número restrito de produtos químicos autorizados (BRASIL, 2022).

Algumas características do controle biológico o tornam uma boa estratégia para o manejo de *D. suzukii*. Entre elas, a capacidade de muitos parasitoides atacarem as larvas dentro das frutas, onde os agrotóxicos apresentam-se menos eficazes, e o fato de que inimigos naturais são capazes de interferir na mortalidade natural de populações de pragas presentes em áreas naturais, onde hospedeiros silvestres podem estar presentes (WANG et al., 2020c).

Este trabalho apresenta um levantamento realizado em literatura técnico-cientifica nacional e internacional com o objetivo de prospectar potenciais bioagentes de *D. suzukii,* identificando aqueles mais eficazes para o controle do inseto no Brasil.

2 | POTENCIAIS BIOAGENTES DE *Drosophila suzukii*

Vários agentes de controle biológico vêm sendo relatados ao redor do mundo, com

potencial para controlar infestações de *D. suzukii*. Entre esses bioagentes, reportam-se entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus e nematoides), predadores e parasitoides, onde os mais citados em literatura técnico-científica serão apresentados a seguir.

2.1 Entomopatógenos

Muitos entomopatógenos têm sido testados contra a DAM em condição controlada de laboratório. WANG et al. (2020c) apresentaram uma revisão de trabalhos de avaliação de diversos entomopatógenos realizados mundialmente. Em relação às bactérias, das 22 variantes testadas de *Bacillus thuringiensis* Berliner, *B. thuringiensis* var. *israelensis* provocou baixo aumento da mortalidade em apenas um dos 15 bioensaios, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* aumentou a mortalidade em 5 de 12 bioensaios, mas também provocou aumento da oviposição de DAM; *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* causou aumento da mortalidade larval, pupal ou adulta; *B. thuringiensis* var. *aizawai* não teve efeito significativo sobre a mortalidade e causou aumento na oviposição das moscas; *B. thuringiensis* var. *bolivia* aumentou a mortalidade larval; *B. thuringiensis* var. *higo*, *B. thuringiensis* var. *packistani* e *B. thuringiensis* var. *thompsoni* aumentaram a mortalidade larval em altas doses; as demais variantes avaliadas não apresentaram efeitos significativos sobre DAM. Das outras 12 espécies de bactérias estudadas e relatadas pelos autores, destacam-se *Bacillus altitudinis* e *B. simplex*, que provocaram 100% de mortalidade de adultos de DAM, além de *Leuconostoc pseudomesenteroides*, com aumento da mortalidade de adultos e redução da ingestão de alimentos em larvas. Todas estas bactérias foram oferecidas ao inseto via ingestão (WANG et al., 2020c).

A ação de fungos entomopatogênicos geralmente é realizada preparando-se uma solução com o isolado, que é aplicada em frascos ou pequenas superfícies que são posteriormente expostos às moscas adultas, ou pulverizadas diretamente sobre os adultos, ou utilizadas para a imersão destes (WANG et al., 2020c). Em avaliações realizadas com isolados de *Isaria javanica,* estes causaram 100% de mortalidade em adultos de DAM; enquanto *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Isaria fumosorosea* Wise, *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok e *M. brunneum* Petch tiveram várias cepas avaliadas e apresentaram resultados variados; todos os demais isolados avaliados apresentaram efeito não significativo sobre a mortalidade ou baixo efeito, com exceção de *Lecanicillium lecanii,* que varia de não significativo a 72% de mortalidade (WANG et al., 2020c). O fungo *Entomophthora muscae* (Cohn) Fresen foi citado como observado no campo causando epizootia em DAM, mas o patógeno foi difícil de cultivar em laboratório e, portanto, é improvável ser comercializado (WANG et al., 2020c).

A avaliação de nematóides já foi também citada em literatura, através da aplicação direta desses sobre larvas e pupas de DAM ou por aplicação em frutas infestadas, em dieta ou no solo (WANG et al., 2020c). A espécie *Oscheius oniric* causou alta mortalidade em larvas, 90% por exposição e 82% através de frutos infestados, porém foi citada a necessidade de

ser investigada a ação em espécies não alvo. Outros nematoides apresentaram resultados variados ou causaram mortalidade inferior a 50%, tais como: *Heterorhabditis indica, que* causou mortalidade de 33% em pupas e 47% em adultos; *H. bacteriophora* (Poinar) que foi patogênico em 11 de 18 bioensaios, podendo alcançar até 94% de mortalidade; *Steinernema carpocapsae* (Weiser), que em 20 de 23 bioensaios, provocou até 90% de mortalidade, sendo que 89% de adultos foram contaminados quando emergiram de pupas em contato com solo tratado; *S. feltiae* (Filipjev), que em 18 de 21 bioinsaios causou até 94% de mortalidade; e *S. kraussei* (Steiner), que em 2 de 3 bioensaios, resultou em 38 a 50% de mortalidade de *D. suzukii* (WANG et al., 2020c).

Três vírus foram citados como tendo sido avaliados através de injeção intratorácica, causando mortalidade total de DAM: *Drosophila C virus* (DCV), *Cricket paralysis virus* (CrPV) e *Flock house virus* (FHV) (WANG et al., 2020c).

2.2 Predadores

Os predadores aracnídeos (classe Arachnida) relatados em literatura internacional para controle de DAM foram as aranhas de teia, das famílias Agelendiae, Araneidae, Linyphididae e Theridiidae, e as aranhas caçadoras, das famílias Clubionidae, Lycosidae, Oxypodidae, Philodromidae, Pisauridae, Salticidae, Thomisidae. O ácaro *Strateolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) foi avaliado quanto à predação de larvas e pupas de DAM, mas sem sucesso (WANG et al., 2020c).

Na classe Insecta (insetos) foram relatados também diversos predadores de *D. suzukii* (BREWER et al., 2011 *apud* NAVA et al., 2015; MATEUS et al., 2016; WANG et al., 2020c; GABARRA et al., 2021), os quais são brevemente apresentados a seguir. Na ordem Coleoptera foram citados *Bembidion quadrimaculatum* e *Pterostichus mutus* (Carabidae), além de *Dalotia coriaria* e *Atheta coriaria* (Staphylinidae). Na ordem Dermaptera relataram-se *Forficula auricularia* (Forcifulidae) e *Labidura riparia* (Labiduridae), enquanto na ordem Diptera foram mencionados *Coenosia attenuata* (Muscidae). Já na ordem Hemiptera, foram relatados: *Anthocoris nemoralis, Cardiasthetus fasciventris, C. nazarenus, Orius insidiosus, O. laevigatus* e *O. majusculus* (Anthocoridae), *Dicyphus hesperus, D. tamaninii, Macrolophus pygmaeus* e *Nesidiocoris tenuis* (Miridae), *Himacerus mirmicoides* (Nabidae) e *Podisus maculiventris* (Pentatomidae). Por sua vez, na ordem Hymenoptera houve relatos de predação por formigas em campo (Formicidae). Na ordem Mantodea, indivíduos da família Mantidae foram citados, enquanto da ordem Neuroptera houve relato de *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae). Na ordem Orthoptera houve citação de *Gryllus pennsylvanicus* (Gryllidae).

Segundo Mateus et al. (2016), a utilização de predadores de DAM deve ser considerada dentro de uma estratégia de manejo integrado da praga, pois não há estudos que revelem um predador com potencial para controlar sozinho populações de *D. suzukii* em campo.

2.3 Parasitoides

Os parasitoides foram citados como os mais promissores inimigos naturais utilizados para controle de indivíduos do gênero *Drosophila*, com níveis de parasitismo na Europa de 80 a 100% por mais de 50 famílias da ordem Hymenoptera já descritas atacando larvas e pupas de drosofilídeos em geral. Não é conhecido nenhum parasitoide de ovos ou adultos de *Drosophilae* (WANG et al., 2020b).

Os **parasitoides de pupas** de drosofilídeos são solitários e pertencem às famílias **Pteromalidae e Diapriidae** (WANG et al., 2020b). Os Pteromalidae são ectoparasitoides que deixam seus ovos na hemocele, entre o pupário e a pupa (KACSOH; SCHLENKE, 2012), e as espécies conhecidas por parasitarem DAM são *Muscidifurax raptorellus*, *Pachycrepoideus* sp., *Pachycrepoideus vindemmiae* (syn. *P. vindemmiae), Spalangia erythromera*, *Spalangia simplex* e *Vrestovia fidenas*. Os himenópteros da família Diapriidae são endoparasitoides e os conhecidos para controle de DAM são *Phaenopria* sp., *Trichopria anastrephae* e *T. drosophilae* (WANG et al., 2020b).

Trichopria anastrephae Lima e *Pachycrepoideus vindemiae* (Rondani) foram reportados ocorrendo naturalmente junto com *D. suzukii* no Brasil (OLIVEIRA et al., 2020). Em estudos realizados em laboratório, com ambas as espécies, os autores concluíram que existe competição interespecífica entre *T. anastrephae* e *P. vindemiae* em pupas de DAM, com *T. anastrephae* apresentando uma vantagem competitiva maior (OLIVEIRA et al., 2020).

Pachycrepoideus vindemiae foi reportado como parasitoide generalista e hiperparasitoide facultativo, característica indesejável para um bioagente de controle (SCHNEIDER, 2017).

Trichopria anastrephae foi citada em várias regiões brasileiras parasitando *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae), tendo sido encontrada também parasitando pupas de *D. suzukii* no Sul do Brasil, em condição de campo (SCHLENESER et al., 2019, VIEIRA et al., 2020). Cada fêmea de *Trichopria* sp. pode matar até 100 indivíduos de *D. suzukii* durante seu ciclo de vida de cerca de três semanas e atualmente *T. anastrephae* vem sendo considerada um dos melhores candidatos a parasitoides para o controle biológico de *D. suzukii* no Brasil, com estudos desenvolvidos para conhecimento de sua biologia e desenvolvimento de metodologia para sua criação (KRUGER et al., 2019; VIEIRA et al., 2019; 2020). Diferentes temperaturas afetam a produção de descendentes de *T. anastrephae*, como também a razão sexual e as taxas de parasitismo.

Todos os **parasitoides larvais** relatados em literatura para o controle de *Drosophila* são endoparasitoides solitários coinobiontes das famílias **Braconidae e Figitidae** (WANG et al., 2020b). A larva do parasitoide alimenta-se da larva do hospedeiro e emerge quando este encontra-se já em último estádio da fase imatura, após a formação do pupário (WANG et al., 2020b). Os parasitoides larvais classificados como pertencentes à família Braconidae

foram: *Aphaereta* sp., *Areotetes striatiferus, Asobara anastrephae, A. brevicauda, A. citri, A. japonica, A. leveri, A. mesocauda, A. pleuralis, Asobora* sp., *A. tabida, A triangulata, A. unicolorata, Tanycarpa chors* e *Tanycarpa* sp. Aqueles pertencentes à família Figitidae foram *Diceratapis grenadensis, Ganaspis brasiliensis, G. xanthopoda* (syn *G. brasiliensis* G5)[1], *Leptopilina clavipes, Leptopilina* sp., *L. boulardi, L. guineaensis, L. heterotoma, L. japonica, Leptopilina j. formosana, Leptoplina j. japonica* e *L. victoriae* (WANG et al., 2020b).

Estudos demonstraram que a maioria das espécies de parasitoides larvais, mesmo quando apresentando uma elevada capacidade de parasitismo, foi incapaz de gerar descendentes em *D. suzukii*, devido principalmente à elevada capacidade de defesa do hospedeiro (KACSOH; SCHLENKE, 2012; NOMANO et al., 2015, DAANE et al., 2016, WANG et al., 2016). Avaliando a resposta de *D. suzukii* e *D. melanogaster* a 24 vespas parasitoides, de 15 espécies, os dados informados pelos autores sugeriram relação entre a produção de hemócitos de DAM e a resistência às vespas (KACSOH; SCHLENKE, 2012). Das espécies citadas como avaliadas, aquelas com maior potencial para uso em biocontrole de *D. suzukii* foram os parasitoides larvais *A. japonica* (coletada no Japão) e uma espécie de *Ganaspis* sp. 1 (coletada na Flórida e no Havaí, EUA), além do parasitoide pupal *Trichopria* sp. (coletado na Califórnia, EUA) (KACSOH; SCHLENKE, 2012). *Asobara japonica* foi bem-sucedida infectando DAM, depositando mais ovos quando comparada a outros parasitoides larvais, e os autores sugerem que esse sucesso seja resultado de coevolução para a estratégia de virulência do parasitoide, capaz de superar a defesa da praga, provavelmente pelo fato da espécie ser simpátrica com *D. suzukii*. O outro parasitoide larval apresentado como capaz de produzir descendentes em *D. suzukii* foi *Ganaspis* sp.1, uma espécie não classificada coletada na Flórida e no Havaí (KACSOH; SCHLENKE, 2012).

Em levantamento realizado no estado do Rio Grande do Sul foram citadas as seguintes espécies *Leptopilina boulardi* (Barbotin, Carton & Kelner-Pillault) (Hymenoptera: Figitidae) e *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) como coletadas em cultivos de amora-preta e morango atacados por DAM, onde *T. anastrephae* (parasitoide de pupas) representou mais de 70% dos parasitoides emergidos dos frutos amostrados no estado, enquanto menos de 30% foram *L. boulardi* (parasitoide larval) (WOLLMANN et al., 2016). Este fato foi citado estar relacionado à resposta celular apresentada por larvas de *D. suzukii* contra himenópteros parasitoides, que segundo os autores desencadeia um processo de encapsulamento em seus ovos, ao contrário dos parasitoides de pupas, que são menos afetados (KACSOH; SCHLENKE, 2012). Na avaliação da defesa de *D. suzukii* e *D. melanogaster* às diferentes espécies de parasitoides, os autores observaram que, ao contrário do ocorrido para parasitoides larvais, DAM não teria vantagem de sobrevivência clara em relação a *D. melanogaster* quando infectada pelas duas espécies de parasitoides pupais avaliadas, *Trichopria* sp. e *Pachycrepoideus* sp. Embora os autores tenham citado

1 syn - Sinônimo (do grego, *synonymon*)

que *Trichopria* atuasse como um endoparasitoide pupal, a pupa de *D. suzukii* não se apresentou capaz de montar o encapsulamento melanótico contra seu ataque (KACSOH; SCHLENKE, 2012).

No Brasil, dados obtidos em um levantamento realizado a partir de frutos oriundos de 13 estados brasileiros, coletados aleatoriamente das árvores e/ou do solo, e de armadilhas instaladas em Piracicaba, SP, coletou indivíduos de *L. boulardi* e também de *Ganaspis* sp, sendo que os indivíduos de *L. boulardi* foram obtidos exclusivamente de larvas de drosofilídeos (GUIMARÃES et al., 2004). Em outro levantamento realizado, parasitoides larvais da família Figitidae foram coletados associados a *D. suzukii* na cultura do morangueiro (NAVA et al., 2015). Dos potenciais parasitoides de DAM aqui relatados, resultados de coletas realizadas em Brasília, DF, citaram captura das espécies *L. boulardi, Aphaereta* sp., *Trichopria* sp., *P. vindemiae, S. simplex* e *Ganaspis* sp., contudo sem indicar coletas de *D. suzukii* (SCHNEIDER, 2017). Segundo Schneider et al. (2017), não foi possível identificar indivíduos de *Ganaspis* ao nível de espécie, mas foram reconhecidas quatro morfoespécies levando-se em conta diferenças no anel de cerdas do sintergo, no formato do escutelo e, principalmente, na forma da placa escutelar. Ainda segundo os autores, há poucas descrições recentes de espécies desse gênero e existe a possibilidade de que os indivíduos encontrados ainda não tenham sido descritos (SCHNEIDER, 2017).

Ganaspis brasiliensis (Ihering, 1905) é considerada uma das principais alternativas para o controle biológico de *D. suzukii* (WANG et al., 2020b; GIROD, 2018). *Ganaspis* cf. *brasiliensis* foi o parasitoide mais abundante coletado em frutos infestados por DAM no Japão, com parasitismo de 75,6%, e geralmente encontra-se citado entre a maioria dos parasitoides coletados parasitando DAM na Ásia (WANG et al., 2020b). A espécie-tipo de *G. brasiliensis* é nativa do Brasil, onde foi descrita em moscas-das-frutas, mas, apesar disso, não tem sido identificada em coletas recentes (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; WANG et al., 2020c). Há registro da ocorrência de *G. brasiliensis* em vários continentes (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016) e estudos apontam a possibilidade de ela se tratar de um complexo de espécies crípticas com diferentes distribuições e vários graus de especificidade (NOMANO et al., 2017). Análises moleculares de diferentes indivíduos sugeriram que o grupo dos indivíduos já morfologicamente identificados como *G. brasiliensis* pode ser subdividido em cinco linhagens ou grupos (NOMANO et al., 2017), a saber: G1 - indivíduos coletados de DAM em Sendi e Tóquio (Japão), Yunnan (China) e Coreia do Sul; G2 - indivíduos de uma ilha subtropical japonesa (parasitoide de *Drosophila ficusphila* Kikkawa & Peng); G3 - indivíduos de regiões temperadas do Japão e altas montanhas do Sudeste da Ásia - Indonésia e Malásia - parasitando diferentes espécies de *Drosophila*, Yunnan (China) e Coréia do Sul; G4 - indivíduos da Indonésia (parasitando *Drosophila eugracilis* Bock & Wheeler); e G5 - indivíduos previamente relatados como *G. xanthopoda* ou *Ganaspis* sp. de Tailândia e Filipinas, além de indivíduos de Havaí (EUA), Uganda, Indonésia, Malásia, Benin, Porto Rico e Mar do Caribe, Brasil e México (KACSOH;

SCHLENKE, 2012; BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; WANG et al., 2020b).

Os grupos G1 e G3 coexistem em muitos locais e atacam DAM e espécies intimamente relacionadas, tais como *D. pulchrella e D. subpulchrella*. A gama de hospedeiros de outras linhagens não foi ainda esclarecida, havendo relatos apenas de que os indivíduos do grupo G5, provavelmente do espécime brasileiro, não é exclusivo de *D. suzukii* (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; WANG et al., 2020b).

Avaliações em laboratório realizadas com *G. brasiliensis* originária do México (grupo G5, mesmo do Brasil) e *L. boulardi* indicaram em teste de escolha que ambas as espécies tiveram preferência por *D. melanogaster* como hospedeiro em vez de *D. suzukii*. Verificou-se também que ambas conseguiram parasitar *D. suzukii*, mas as larvas não completaram seu desenvolvimento e mataram o hospedeiro. Assim, os autores concluíram que, embora nenhum dos parasitoides complete seu desenvolvimento em DAM, eles causam a morte do hospedeiro e poderiam manter suas populações em campo em *D. melanogaster*, uma vez que ambas as espécies de drosofilídeos estão presentes no país (SANCHEZ-GONZALES et al., 2020).

Populações de *G. brasiliensis* e *L. japonica* coletadas na China e na Coreia do Sul foram avaliadas em laboratório sob diferentes temperaturas (HOUGARDY et al., 2019). Em relação à sobrevivência da prole, não houve diferenças significativas entre as populações na faixa de 19,4 a 27,5°C, exceto para *L. japonica* população China, que apresentou valor maior para 24,8ºC. Dentro de cada população de parasitoides, a fecundidade foi mais alta a 28,2°C, exceto para *L. japonica* população China, que apresentou melhor desempenho a 19,9 ºC. Nenhum parasitoide emergiu a 11,8ºC e 14,4ºC e a taxa de emergência foi de baixa a nula a 17,2ºC. De 17,2 a 27,5°C, o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto diminuiu conforme aumentaram as temperaturas e nenhuma emergência foi observada a 29,3°C. Hougardy et al., (2019) disponibilizaram informações de necessidades térmicas para o desenvolvimento de imaturos de *G. brasiliensis* população Coreia do Sul e de *G. brasiliensis* população China, além das necessárias para *D. suzuki*.

Acrescenta-se, ainda, que são necessários mais levantamentos em território nacional e estudos taxonômicos para a identificação dos exemplares de *Ganaspis* sp. presentes no Brasil, bem como avaliar o potencial de parasitismo das populações nacionais sobre larvas de DAM.

3 I COMENTÁRIOS FINAIS

Diversos bioagentes com potencial para controlar infestações de *D. suzukii* no exterior e no Brasil foram identificados e relatados neste trabalho. A partir dos dados apresentados, destaca-se como possível estratégia para o manejo do inseto no Brasil a associação entre o parasitoide larval *Ganaspis* sp. e o parasitoide de pupas *Trichopria anastrephae.*

Ganaspis brasiliensis destacou-se entre os bioagentes larvais, considerando o fato de que indivíduos de *Ganaspis* sp. se encontram presentes no país e que *G. brasiliensis* tem apresentado potencial para sua aplicação como agente de controle biológico de larvas de *D. suzukii* em países da Ásia.

REFERÊNCIAS

ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A.; BOTTON, M.; VALGAS, R. A.; RITSCHEL, P. S.; MAIA, J. D. G.; NAVA, D. E. Suscetibilidade de bagas de genótipos de videira pela infestação por *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 51, n.5, p. 599-606, 2016.

BOLDA, M. P.; GOODHUE, R. E.; ZALOM, F.G.; Spotted-wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. **Agricultural and Resource Economics Update**, Univ. Calif. Giannini Foundation Agric. Econ. v.13, n.3, p.5-8, 2010.

BORTONCELLO, A.; FOPPA, F.; BORBA, R. da S. Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) em pêssego**. Revista Thema**, v.16, n.4, p. 865-877, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários** (AGROFIT), Brasília, DF: Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS/MAPA, 2003. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em: 08 de abr. 2022.

BUFFINGTON, M.L.; FORSHAGE, M. Redescription of *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905), new combination (Hymenoptera: Figitidae), a natural enemy of the invasive *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington,** v. 118, p. 1–13. 2016.

COATES, B. Spotted wing drosophila: host observations. In: **Spotted wing drosophila meeting**, 2., nov. 2009, Davis, CA. USA Presentations… Davis, CA: UC IPM, 2009. Disponível em: http://www.ipm.ucdavis.edu/IPMPROJECT/SWD/Spotted-Wing-Drosophila-Host-Observations.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

CORNELL UNIVERSITY. **Economic and Environmental impact** – Spotted Wing Drosophila, Cornell Fruit Resources- Resources for commercial growers. 2p. 2017.

DAANE, K. M.; WANG, X. G.; BIONDI, A. et al. First exploration of parasitoids of Drosophila suzukii in South Korea as potential classical biological agents. **Journal Of Pest Science**, v. 89, n. 3, p. 823-835, 2016.

FERRACINI, V.L.; PESSOA, M. C.P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de *Aleurocanthus woglumi* e de *Drosophila suzukii*.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, 74p. (Relatório Técnico de comprovação de resultados do projeto DefesaInsetos). 2020.

GABARRA, R.; ARNÓ, J.; RIUDAVETS, J. **Primeros resultados sobre *Drosophila suzukii*: huéspedes, susceptibilidad de los frutos y enemigos naturales**. RTA-Entomología. 2021. Disponível em: https://docplayer.es/92774618-F-rutales-primeros-resultados-sobre-drosophila-suzukii-huespedes-susceptibilidad-de-los-frutos-y-enemigos-naturales-introduccion.html. Acesso em: 03 mar. 2021.

GIROD, P. **From Asia to Europe, evaluation of parasitoids for the biological control of the invasive fruit pest *Drosophila suzukii***. University of Neuchâtel, Switzerland Faculty of Science, Department of Biology Interuniversity Doctoral Program in Organismal Biology. 151 p. 2018.

GUIMARÃES, J. A., FILHO, M. F. D. S.; RAGA, A.; ZUCCHI, E R. A. Levantamento e interações tritróficas de figitídeos (Hymenoptera: Eucoilinae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico,** 71:51–56. 2004.

HOUGARDY, E.; HOGG, B. N.; WANG, X.; DAANE, K. M. Comparison of thermal performances of two Asian larval parasitoids of *Drosophila suzukii*. **Biological Control**, v. 136, 6 p. 2019

KACSOH, B. Z; SCHLENKE, T.A. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative of *D. melanogaster*. **PLoS One**, v. 7, n. 4, 16 p. 2012.

KRUGER, A.P.; SCHEUNEMANN, T.; VIEIRA, J.G.A. et al. Effects of extrinsic, intraspecific competition and host deprivation on the biology of Trichopria anastrephae (Hymenoptera: Diapriidae) reared on *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 957–965, 2019.

MATEUS, C.; TEIXEIRA, R.; GODINHO, M. do C.; FIGUEIREDO, E. *Drosophila suzukii* (Matsumura): que perspetivas de controlo desta praga à luz dos últimos conhecimentos? **Actas Portuguesas de Horticultura,** n. 26, 2016. pp. 133-148. (V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, Sessão II - Sanidade Vegetal). Disponível em: https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/drozofila_suzuki.pdf . Acesso em: 16 nov. 2021.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. A.; JACOMO, B. de O.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. In: RIBEIRO, J. C. (Org.). **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 204-218. cap. 21. 2021. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225097/1/5925.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

NAVA, D. E.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A. **Bioecologia, monitoramento e controle de** *Drosophila suzukii* **na cultura do morangueiro**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, Outubro, 28p. 2015. (Documentos, 398). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144829/1/Documento-398-capa.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

NOMANO FY, KASUYA N, MATSUURA A et al. Genetic differentiation of *Ganaspis brasiliensis* (Hymenoptera: Figitidae) from East and Southeast Asia. **The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**, v. 52, p. 429–437. 2017.

OLIVEIRA, D.C., STUPP, P., MARTINS, L.N. et al. Interspecific competition in *Trichopria anastrephae* parasitism (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitism on pupae of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Phytoparasitica,** v. 49, p. 207–215. 2020.

RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos s*creening*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais**... Campinas: Instituto de Zootecnia, 12 p. 2021. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227339/1/Ferracini-Potencial-transporte-2021.pdf Acesso: 24 out. 2021.

SANCHEZ-GONZALES, J. A.; LOMELI-FLORES, R.; RODRIGUEZ-LEYVA, E.; ARREDONDO-BERNAL, H. C.; GONZALEZ-CABRERA, J. *Drosophila suzukii* response to *Leptopilina boulardi* and *Ganaspis brasiliensis* parasitismo**. Bulletin of Insectology**, v. 73, n. 2, p. 209-215, 2020.

SANTOS, R. S. S. dos. *Ocorrência de Drosophila suzukii* **(Matsumura, 1931), (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morango no Brasil**, Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 4p. (Comunicado Técnico, 159). 2014.

SCHLESENER DCH, WOLLMANN J, PAZINI JB et al. Insecticide toxicity to *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) parasitoids: *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology,** v. 112, p. 1197–1206. 2019.

SCHLESENER, D.C. H.; WOLLMANN, J.; NUNES. A. M.; CORDEIRO, J.; GOTTSACHALK. M. S.; GARCIA, F. R. M. *Drosophila suzukii*: Nova praga para a fruticultura brasileira. **Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.45-51, 2015. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v77_1/schlesener.pdf. Acesso em: 16 nov. 20121.

SCHNEIDER, D. I. D. **Caracterização das vespas parasitoides (Hymenoptera) associadas aos drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) no cerrado**. Monografia (Especialização) - Curso de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 76 p. 2017.

SOUZA, D. S.; VALER, F. B.; CORDEIRO, J; GOTTSCHALK, M. S. **Primeiro registro de** *Drosophila suzukii* **no Brasil.** In: Congresso de Iniciacao Cientifica da Universidade Federal de Pelotas, 2013, Pelotas, RS. **Anais**... Pelotas: UFPEL, 2013.

VIEIRA, J. G. A. **Técnicas de criação e biologia de Trichopria anastrephae (Hymenoptera: Diapriidae) em Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae).** 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

VIEIRA JGA, KRUGER AP, SCHEUNEUMANN T. et al. Some aspects of the biology of *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae), a resident parasitoid attacking *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. **Journal of Economic** Entomology, v. 113, p. 81–87. 2020.

WALSH, D. B.; BOLDA, M. P.; GOODHUE, M. P.; DREVES, A. J.; LEE, J; BRUCK, D. J.; WALTON, V. M.; O'NEIL, S. D.; ZALOM, F. G. *Drosophila suzukii* **(Diptera:** Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential, **Journal of Integrated Pest Management**, v. 2, n.1, 7 p. 2011.

WANG, X.; BIONDI, A.; DAANE, K. M. Functional Responses of Three Candidate Asian Larval Parasitoids Evaluated for Classical Biological Control of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 73–80, 2020a.

WANG X., DAANE K.M., HOELMER K.A., LEE J.C. Biological Control of Spotted-Wing Drosophila: An Update on Promising Agents. In: GARCIA F.R.M. (eds) **Drosophila suzukii Management**. Springer, Cham. 2020b.

WANG, H.; LEE, J. C.; DAANE, K. M.; BUFFINGTON, M. L.; HOELMER, K. A. 2020c. Biological control of *Drosophila suzukii*. **CAB Reviews**, v.15, n. 054. 2020.

WANG, X.; STEWART, T. J.; BIONDI, A.; CHAVEZ, B.A.; INGELS, C.; CAPRILE, J.; GRANT, J. A.; WALTON. V. M.; DAANE, K. M. Population dynamics and ecology of *Drosophila suzukii* in Central California, **Journal of Pest Science**, v. 89, p. 701–712. 2016.

WILMAN, N. G.; DALTON, D. T.; ANFORA, G.; BIONDI, A.; CHIU, J. C.; DAANE, K. M.; GERDEMAN, B.; GOTTARDELLO, A.; HAMBY, K. A.; ISAACS, R.; GRASSI, A.; IORIATTI, C.; LEE, J. C.; MILLER, B.; STACCONI, M. V. R.; SHEARER, P. W.; TANIGOSHI, L.; WANG, X.; WALTON, V. M. *Drosophila suzukii* population response to environment and management strategies. **Journal of Pesticide Science**, n.89, p. 653-665. 2016.

WOLLMANN, J., SCHLESENER, D.C.H.; FERREIRA, M.S. et al. Parasitoids of Drosophilidae with potential for parasitism on *Drosophila suzukii* in Brazil. Drosophila Inform Serv 99:38–42. 2016.

CAPÍTULO 18

TIERRA DE DIATOMEAS: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA PROTECCIÓN DE MAIZ ALMACENADO

Data de aceite: 02/05/2022

Loya Ramírez José Guadalupe
Universidad Autónoma de Baja California Sur

Beltrán Morales Félix Alfredo
Universidad Autónoma de Baja California Sur

Zamora Salgado Sergio
Universidad Autónoma de Baja California Sur

Ruiz Espinoza Francisco Higinio
Universidad Autónoma de Baja California Sur

Navejas Jiménez Jesús
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

RESUMEN: La tierra de diatomeas es un producto que ha sido probada con éxito para controlar poblaciones de plagas en diferentes cultivos. En granos almacenados, la aplicación de tierra de diatomeas (TD) va en aumento en virtud de su baja toxicidad para mamíferos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la tierra de diatomeas sobre el picudo de los granos de maíz, *Sitophilus zeamais* M. En el experimento 1, los tratamientos fueron: un testigo y cinco dosis de TD equivalente a 0.04, 0.8, 1.2, 1.6 y 2.0 gr / kg de grano, los cuales fueron aplicadas a 20 adultos de picudos en 200 gr de maíz contenido en frascos de 0.5 l. En el experimento 2, los tratamientos fueron: un testigo y tres dosis de TD (0.5, 1.0 y 2.0 gr/kg de grano), los cuales fueron aplicados a 20 adultos de picudos contenidos en frascos de 2.0 L. La dosis de 0.40 gr de TD fue la más efectiva porque causó una mortandad de 66.3% picudos en 52 días. Mientras que, las dosis de 2.0 y 0.5 gr de TD causaron 100 y 90% de mortandad de picudos, respectivamente. La aplicación de TD permite un control sustentable del picudo de los granos de maíz.

PALABRAS CLAVE: *Sitophilus zeamais,* silicio, grano sano.

ABSTRACT: Diatomaceous earth has been successfully tested to control pest populations on different crops. In stored grains, the application of diatomaceous earth is increasing by virtue of its low toxicity to mammals. The objective of this research was to evaluate the effect of diatomaceous earth (TD) on the weevil of corn kernels. In experiment 1, the treatments were: one control and five rates of TD (0.08, 0.16, 0.24, 0.32 and 0.40 gr / 200 gr of grain), which were applied to 20 adult weevils in 200 gr of corn contained in jars of 0.5 l. In experiment 2, the treatments were: one control and three rates of TD (0.5, 1.0 and 2.0 gr/kg of grain), which were applied to 20 adults of weevils contained in 2.0 jars. The rates of 0.40 gr of TD was the most effective because killed 66.3% of weevils in 52 days. Meanwhile, rates of 2.0 and 0.5 gr of TD killed 100 and 90% of weevils, respectively. The application of TD allows a sustainable control of the weevil of corn grains.

KEYWORDS: *Sitophilus zeamais,* silicon, healthy grains.

INTRODUCCIÓN

La tierra de diatomeas (TD) ha sido

probada con éxito para disminuir poblaciones de plagas en diferentes cultivos. La TD tiene un contenido de silicio alto que alcanza hasta un 90%. Este elemento es uno de los principales minerales que han sido aplicados en el control de plagas de almacén. La TD tiene un origen orgánico y tiene alto contenido de dióxido de silicio y restos de algas diatomeas de agua dulce y de mar. El resto del contenido de la TD está constituido por minerales como: calcio, fosforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, hierro, magnesio, sodio y cal (Cook y Armitage, 2000).

El uso de TD, como un insecticida contra granos almacenados, ha aumentado considerablemente en virtud de su toxicidad baja para mamíferos (Athanassiou *et al.,* 2005). Además, la TD tiene tres atributos destacables: no contamina el ambiente, no afecta la salud humana y retarda la resistencia de insectos plaga a insecticidas sintéticos (Ortega Cruz *et al.,* 2016). Otra ventaja sobresaliente de las TD es que se pueden combinar con otras alternativas de bajo riesgo como: altas temperaturas (Machekano *et al.,* 2020) y hongos entomopatógenos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la tierra de diatomeas sobre el picudo de los granos de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En el experimento 1**,** los tratamientos fueron: un testigo y seis dosis de TD: 0.08, 0.16, 0.24, 0.32 y 0.40 gr/200 gr de grano. Estas dosis equivalen a 0.40, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 gr/kg de grano. Los tratamientos fueron aplicados a 20 adultos de picudos en 200 gr de maíz contenido en frascos de 0.5 l.

Las variables que fueron medidas como indicadores de la efectividad de los tratamientos fueron número de picudos muertos y numero de adultos emergidos en la progenie. Los picudos muertos fueron removidos del frasco, pero los granos se mantuvieron en observación para registrar la emergencia de la progenie.

En el experimento 2**,** los tratamientos fueron: un testigo y tres dosis de TD: 0.5, 1.0 y 2.0 gr/kg de grano. Los tratamientos fueron aplicados a 20 adultos de picudos contenidos en frascos de 2.0 L. El diseño experimental para ambos experimentos fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba de separación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta el porcentaje acumulado de adultos de picudos muertos en cada tratamiento. El tratamiento 5 (0.40 gr) fue el más efectivo con una mortandad de 66.3% picudos, seguido de los tratamientos 3 (0.24 gr) y 4 (0.32 gr) que causaron un 32.5 y 33.7% de mortandad, respectivamente. Los tratamientos 1 (0.08 gr.) y 2 (0.16 gr.) causaron un 14

y 12.5% de muertos, respectivamente. Estos datos difieren de los reportados por Torres Bojórquez (2011) quien determinó el 100% de picudos muertos a los 30 días después de la aplicación de la TD. Esto es cerca de la mitad del tiempo en que se registró el 100% de muertos en el presente bioensayo. Cabe destacar que el tratamiento de 0.40 gr continuó causando muertes hasta los 52 días después de haber aplicado.

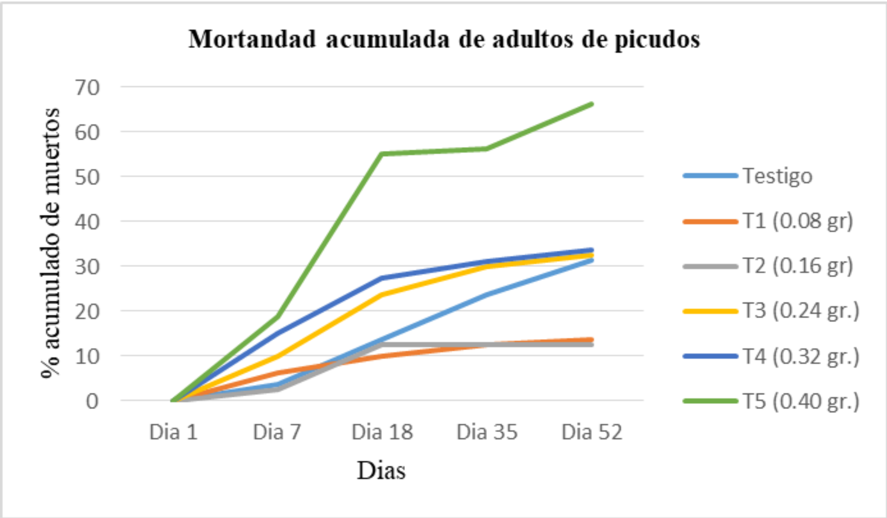


Figura 1. Mortandad acumulada de picudos en cinco dosis diferentes de TD durante 52 días.

El Cuadro 1 presenta la separación de medias de picudos muertos por cada tratamiento (p=5%). El tratamiento 4 (4.0 gr) causó la muerte de 20 adultos (100%). Este resultado coincide con el de Zhanda *et al*. (2020) quienes reportan un 100% de mortalidad con dosis equivalentes a de 75 gr y 100 gr/ kg de grano. Estos datos confirman que una dosis adecuada de DT puede proteger al grano de maíz suficientemente.

Tratamiento (gr de TD/kg de grano	**X=muertos**	**Significancia p= 5%**
2.0	20	a
1.0	19	ab
0.5	18	b
Testigo	1	c

Cuadro 1. Separación de medias (Duncan 5%) de picudos muertos (n=20) en los cuatro tratamientos al cabo de nueve días del tratamiento con TD.

La Figura 2 indica la mortandad acumulada de adultos de picudo en tres dosis diferentes de TD durante 9 días después del tratamiento. El tratamiento 4 (2.0 gr) fue el

más efectivo con un 100.0% de mortandad de picudos. Mientras que, el tratamiento 2 (0.5 gr) causó una mortandad de 90.0% de picudos.

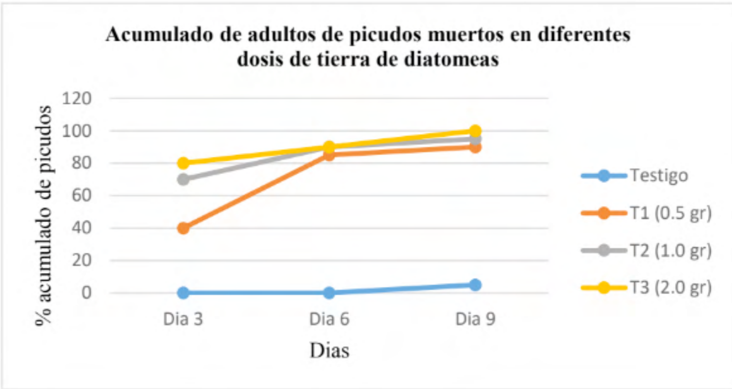


Figura 2. Mortandad acumulada de picudos en tres dosis diferentes de TD durante nueve días.

El Cuadro 2 presenta el efecto de TD sobre la progenie de los picudos tratados con cuatro dosis de TD. Los datos de emergencia de la primera generación de picudos, que fue registrada en cuatro fechas diferentes después del tratamiento, muestran que los tratamientos más efectivos fueron: 0.24 gr y 0.32 gr/kg de grano con valores de 8 y 5 picudos, respectivamente, emergidos a los 52 días después del tratamiento. El número de picudos emergidos en la progenie fueron 8 en el tratamiento con 0.34 gr y 5 en el tratamiento 0.32 gr. Esto indica que, la emergencia en el testigo fue 116 y 186 veces más alta, respectivamente, que en los tratamientos. Este resultado confirma los de Wille *et al.* (2019) quienes encontraron que la TD puede mantener poblaciones bajas de adultos de picudo en las generaciones subsiguientes.

Dosis (gr de TD/ kg)	**No. de picudos vivos**			
	Día 7	**Día 18**	**Día 35**	**Día 52**
TESTIGO	670	471	517	930
0.08	112	184	59	133
0.16	78	85	17	45
0.24	43	72	12	8
0.32	37	52	7	5
0.40	69	78	7	11

Cuadro 2. Efecto de la TD en la progenie del picudo de los granos de maíz del experimento 1.

CONCLUSIONES

En el primer experimento, la dosis más alta que equivalente a 2.0 gr/kg de grano, causó el 66% de mortandad acumulada de picudos en 52 días después del tratamiento. Mientras que en el segundo experimento, la dosis mayor de 2.0 gr/kg fue la más efectiva porque causó un 100% de muertos en nueve días. La progenie del picudo se vio afectada por la aplicación de TD. En el testigo, fueron registrados 116 y 186 veces más adultos emergidos en la progenie que en las dosis de 0.24 y 0.32 gr/kg de grano, respectivamente. En consecuencia, la aplicación de TD permite un control sustentable y económico del picudo de los granos de maíz.

REFERENCIAS

Athanassiou C.G., Vayias B.J., Dimizas C.B., Kavallieratos N.G., Papagregoriou A.S and Buchelos CTh. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleóptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum Jacquelin du* Val (Coleóptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal Stored Products Resources. Vol. 41. Pp. 47-55.

Cook D. A. and Armitage D. M. 2000. Efficacy of a diatomaceous earth against mite and insect populations in small bins of wheat under conditions of low temperature and high humidity. Pest Management Science. Vol. 56. Pp.591-596.

Machekano H., Mutamiswa R., Singano D., Joseph V., Chidawanyika F. and Nyamukondiwa C., 2020. Thermal resilience of *Prostephanus truncatus* (Horn): can we derive optimum temperature-time combinations for commodity treatment. Journal Stored Products Resources. Vol.86. N° 101568. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101568.

Ortega Cruz J., Ruvalcaba L., Alcaraz T., Liera, J., Valdés, T. and Ortiz L. 2016 Effectiveness of Different Doses of Diatomaceous Earth on Mexican Bean Weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman) in Culiacán, Sinaloa, México. Open Access Library Journal. Vol. 3. Pp. 1-11. doi: 10.4236/oalib.1103228.

Torres-Bojórquez A. I. 2011. Efectividad de la tierra de diatomeas en el control de tres plagas de almacén. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola. Marín, Nuevo León. Pp. 84.

Wille C. L., Wille C. P., Darosa J. M., Boff M. I. C. y Franco C. R. 2019. Efficacy of recovered diatomaceus earth from brewery to *control Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus* Journal of Stored Products Research. Vol 83, pp.254-260.

Zandha J., Mvumi M. V. and Machekano H. 2020. Potential of three enhaced diatomaceus earth against *Sitophilus zeamais* M. and *Porstephanus truncatus* Horn on stored maize grain. Journal of Stored Products Research. Vol 87, pp.6.

CAPÍTULO 19

PRACTICAS PROFESIONALES COMO UNIDAD DE APRENDIZAJE

Data de aceite: 02/05/2022

Bárbara Beatriz Rodríguez Guerrero
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública

Citlalli Hernández Ortega
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública

Elizabet Rojas Márquez

RESUMEN: La Universidad Autónoma de Nuevo León, en su modelo de aprendizaje basado en competencias, ha decidido agregar la práctica profesional a los planes de estudios de todas las carreras, esto una vez aprobado el reglamento en Agosto 2014 .En esta investigación se realiza una breve descripción de cuando la UANL decide implementar un sistema para el registro ,control y seguimiento de las practicas profesionales ya sean curriculares o no curriculares, así como el análisis del comportamiento de las mismas en la Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales de la UANL . El objetivo es compartir las experiencias para determinar mejoras y enriquecer el procedimiento de Prácticas Profesionales Curriculares (registro, selección de plaza, seguimiento, evaluación y certificación de la Practica Profesional en SIASE), para que nuestros estudiantes sean más competitivos en el ámbito laboral y profesional.

PALABRAS CLAVE: Prácticas Profesionales Curriculares, Prácticas Profesionales No Curriculares, SIASE, Programa Condensado.

ABSTRACT: In this investigation we carried out a brief description of the elaboration and content of the digitized system of the Unidad de Aprendizaje de Prácticas Profesionales in the UANL; It is worth mentioning that since August 2015 this system has been put online for practice, both in SIASE and in tarantella. It is also important to mention that at the UANL there is a Regulation of Professional Practices published in August 2014, and the Directorate of Social Services and Professional Practices of the UANL prepared an Analytical Program and a Synthetic Program for this learning unit. The purpose of this investigation is to share experiences to determine improvements and enrich the Professional Practice procedure (registration, place selection, tracking, evaluation and certification of Professional Practice in SIASE), so that our students can be more competitive in the field labor and professional. Here's how to show the way in which the collaboration with the business sector and our dear Universidad has improved.

KEYWORDS: Professional Practices, SIASE, System, practitioner, receiving organization.

1 I INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Nuevo León, en su modelo de aprendizaje basado en competencias, ha decidido agregar la práctica profesional a los planes de estudios de todas las carreras, esto una vez aprobado el reglamento en Agosto 2014 .

El Modelo de Competencias Profesionales Integradas es una estrategia adoptada en la Educación Superior, que tiene la finalidad de responder de manera concreta a las demandas de un sector productivo en constante transformación. Asimismo, propicia que el alumno adquiera La experiencia profesional necesaria para ser competitivo como profesionista (Mozqueda, E. Y. M. ,2012).

En el semestre Agosto –Diciembre 2015 se inicia oficialmente con un Sistema de Prácticas Profesionales en la UANL siendo por primera ocasión que los estudiantes y las empresas utilizan un sistema para llevar un control y registro de las mismas , lo cual trajo consigo una serie de experiencias y cambios previos a su inserción, tanto en los procesos administrativos como en los académicos.

El trabajo de planeación y realización del sistema de practicas profesionales lo realizó de manera eficaz y eficiente la Dirección de Servicio Social y Prácticas Profesionales en colaboración con la Dirección General de Informática quienes en conjunto elaboraron los manuales tanto para el estudiante, como para el usuario u organización receptora, así como la elaboración de un Programa Analítico, un Programa Sintético y un Programa Condensado siendo este último elaborado por cada una de las facultades.

El diseño y aplicación del sistema trajo consigo la creación de un ambiente colaborativo con las organizaciones receptoras de Prácticas Profesionales y sobre todo permite la vinculación de los estudiantes con el mundo laboral a fin de su programa educativo.

2 | FUNDAMENTOS TEORICOS

De acuerdo al reglamento Capitulo II Art. 4 las Prácticas profesionales se entienden como conjunto de actividades formativas de carácter laboral que un estudiante de la Universidad realiza en alguna organización receptora con el fin de consolidar las competencias adquiridas en el aula, y que se desarrollan en el sector público, social y privado.

Las Prácticas Profesionales se pueden realizar en empresas del sector privado, Instituciones Públicas (gubernamentales), no gubernamentales, asociaciones civiles, o cualquier otra dependencia que esté legalmente constituida y registre una vacante acorde al perfil profesional del estudiante. Inclusive puede realizarse en organizaciones de cualquier parte del país o en el extranjero. Existe un manual para los usuarios que desean ofertar vacantes y en él se indica el procedimiento de registro de vacantes(Manual para el Usuario, 2015).

En fundamento al artículo 6 del Reglamento de Prácticas Profesionales, realizado por la Dirección de Servicio Social y Prácticas Profesionales, y autorizado por el H. Consejo Universitario existen dos tipos de Prácticas Profesional: la primera es la Práctica profesional curricular que es aquella que otorga créditos y quedará asentada en los documentos

académicos del estudiante y la segunda es la Práctica profesional no curricular: que es aquella que no otorgará créditos ni se asentará en los documentos académicos (Reglamento de Practicas Profesionales, 2014).

Para que el estudiante pueda realizar sus Prácticas Profesionales en cualquiera de sus dos alternativas es necesario cumplir con requisitos expresados en el artículo 16 del Reglamento de Prácticas Profesionales siendo éstos: Ser estudiante de la Universidad según lo establecido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Admisión y Permanencia de los Estudiantes, apegarse a lo establecido en el plan de estudios de su programa educativo, haber cubierto, al menos el 50% de los créditos del plan de estudios de su programa educativo aprobado por el Consejo y no exceder el número de créditos permitidos en su plan de estudios (Reglamento de Practicas Profesionales, 2014).

3 I METODOLOGIA

Un estudiante puede realizar sus practicas profesionales una vez que haya cubierto el 50% de los créditos del plan de estudios de su programa educativo aprobado por el Consejo. Semestre ,una vez que decide realizar Prácticas profesionales existen varias cuestiones importantes que debe considerar como la duración de las mismas, si busca que le otorguen créditos los cuales ocupa que queden sentados en sus documento académicos.

De acuerdo a la duración de las prácticas es que se asignan el número de crédito, en la tabla 1.1 se muestra la relación de la cantidad de créditos y su correspondencia en tiempos, cabe mencionar que, este análisis fue realizado por la Dirección de Estudios de Licenciatura y la Dirección de Servicio Social y Prácticas Profesionales. La asignación de créditos y las claves autorizadas en cada facultad, son establecidas de manera particular en cada una de las facultades de la UANL; por la Comisión Académica de la Junta Directiva de la Facultad y la evaluación de la misma se llevará acabo como se establece en el Reglamento General de Evaluaciones.

En el caso de la Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales de la UANL, los estudiantes que desean realizar sus Prácticas Profesionales tienes dos opciones la PR 17 y PR15, en el primer caso la duración de las mismas es de 5 meses con 6 horas diarias en la entidad receptora cumpliendo un total de 600 horas y 20 créditos. En el segundo caso la duración es de 4 meses con 6 horas diarias en la entidad receptora cumpliendo un total de 480 horas y 16 créditos.

Unidad de Aprendizaje	Meses	Horas	Créditos
P10	2	4	5
P11	2	6	8
P12	3	4	8
P13	3	6	12
P14	4	4	11
P15	4	6	16
P16	5	4	13
P17	5	6	20
P18	6	4	16
P19	6	6	24

Nota: Créditos para Unidad de Aprendizaje de Prácticas Profesionales. Realizada por la DSSyPP y la DEL, UANL

Tabla 1.1 Relación de número de créditos considerados y el tiempo que debe realizar la Practicas Profesionales

En la UANL las Practicas Profesionales curriculares son de gran importancia al considerarla como unidad de aprendizaje generando en el estudiante mayor impacto académico otorgando créditos curriculares, de hecho en el Nuevo Modelo Académico de la UANL se menciona que las prácticas profesionales podrán ser una opción para cubrir créditos del área de libre elección (Modelo Academico de Licenciatura, 2011).

En consecuencia, era indispensable manejar un sistema digital para el registro, selección de plaza, seguimiento, evaluación y certificación de la Práctica Profesional. En el semestre Agosto Diciembre 2015, inicia por primera ocasión la aplicación y uso del Sistema de Prácticas Profesionales en la UANL tanto para el estudiante a través del SIASE, como para las empresas mediante el tarantella. En la figura 1.1 se puede observar la portada del Sistema de Prácticas Profesionales.



Nota: Sistema de Prácticas Profesionales elaborado por la DSSyPP y la DGI de la UANL

Figura 1.1 Sistema de Practicas Profesionales

En tan solo tres años con éstos cambios tan innovadores se ha avanzado muchísimo en la captación de vacantes de prácticas profesionales, aumentando de manera considerable las mismas, así como, en el seguimiento, cumplimiento, control y certificación de la práctica profesional, que cuando se realizaban estos mismos pasos de manera manual.

El proceso de la práctica profesional comienza cuando el estudiante se registra dentro de la facultad y actualiza su currículum vitae en la página de SIASE en el icono de Práctica Profesional, posteriormente pide una entrevista en las opciones de vacantes de las diferentes organizaciones receptoras de prácticas que registraron vacantes. Una vez que la organización receptora a través del sistema le confirma el día y la hora de la entrevista, el estudiante acude a la misma. En el caso que el estudiante sea aceptado por la organización receptora deberá imprimir el convenio del sistema y reunir el resto de papelería solicitada. Una vez que entrega la papelería en la coordinación de Prácticas Profesionales de la facultad inicia oficialmente su Práctica Profesional , debiendo llenar 6 reportes mensuales tanto el estudiante como la organización receptora permitiendo así un eficiente control y seguimiento de la Práctica Profesional mediante estos reportes mensuales. Y así una vez transcurrido el periodo establecido de la practica se imprimirá la carta de terminación del sistema para concluir el proceso.

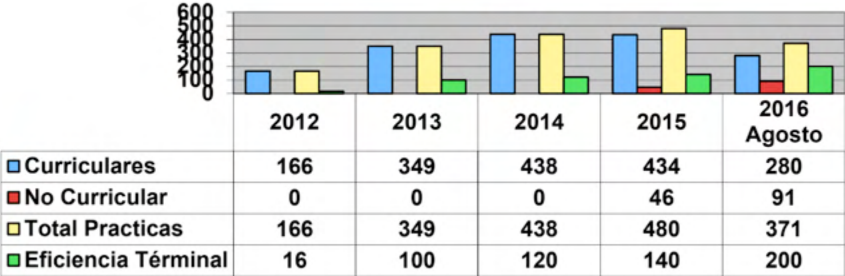
RESULTADOS

Los resultados de este trabajo determina que gracias al sistema de Prácticas Profesionales implementado por la UANL , se facilitó el registro, seguimiento y control de

las mismas de tal forma que se puede corroborar con mayor precisión el aumento de practicas curriculares y no curriculares en la UANL , en la grafico 1.1 se muestra el caso de la Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales

Después de tres años de la implementación de este sistema se observa que, ha disminuido la deserción y se ha incrementado la eficiencia terminal de los estudiantes que realizan practicas profesionales.

Se puede comprobar lo anterior, ya que en el mismo sistema, existe un reporte que arroja la cantidad de estudiantes que realizan practicas profesionales por semestre, y también da sus datos personales, los reportes de seguimiento del estudiante y de la organización receptora de practicas profesionales, así como si el estudiante entregó papelería y termino el proceso completo, liberando de manera adecuada la Practica profesional. Con los anteriores datos se elabora la gráfica 1.1. que muestra la cantidad de estudiantes que realizaron practicas profesionales por semestre, y la eficiencia terminal de cada periodo, por lo que es claro el avance en el incremento la cantidad de Practicas Profesionales realizadas por año, y el aumento en la eficiencia terminal de las mismas.



	2012	2013	2014	2015	2016 Agosto
Curriculares	166	349	438	434	280
No Curricular	0	0	0	46	91
Total Practicas	166	349	438	480	371
Eficiencia Términal	16	100	120	140	200

Nota: elaboración propia donde se muestra el comportamiento en la Facultad de ciencias Políticas de la UANL

Grafica 1.1 Vacantes de Practicas Profesionales y su eficiencia terminal

CONCLUSIÓN

Antes del año 2014, las Prácticas Profesionales no contaba con un sistema ni un reglamento que describiera el procedimiento de registro, control, evaluación y liberación de las mismas no se habían formalizado es hasta agosto 2015 que se crea el Reglamento de Practicas Profesionales el cual que anteriormente se realizaba de manera física y manual, afortunadamente al día de hoy la UANL ya cuenta con este Sistema de Prácticas Profesionales completamente digital favoreciendo asi el registro, control y seguimiento de las mismas.

También en beneficio del estudiante, se han simplificado los pasos para la selección de plaza, el seguimiento, control y certificación o liberación de las actividades de la práctica

profesional, definitivamente este sistema de Prácticas ha venido a crear un ambiente colaborativo con las organizaciones receptoras y el estudiante ya que tienen la oportunidad de aplicar conocimientos, y generar habilidades que enriquecen su crecimiento personal y profesional.

REFERENCIAS

Reglamento de Practicas Profesionales. (14 de Agosto de 2014). Monterrey, N.L., México.

Manual para el Usuario. (2015). *Manual para el Usuario*. Monterrey, N.L., México.

Mozqueda, E. Y. M. (2012). Significado de las prácticas profesionales. La experiencia de un grupo de alumnos de nutrición de la Universidad Guadalajara Lamar. *Revista Iberoamericana de Educación*, *59*(3), 1-10.

Rodríguez Quezada, E., Cisterna Cabrera, F., & Gallegos Muñoz, C. (2011). El sistema de prácticas como elemento integrante de la formación profesional. *Revista de la educación superior*, *40*(159), 67-85.

UANL. (2011). *Modelo Academico de Licenciatura.* Monterrey: UANL.

UANL. (Octubre de 2011). VISION 2020. Monterrey, NL., México.

UANL. (29 de Marzo de 2012). Plan de Desarrollo Institucional UANL . *Plan de Desarrollo Institucional 2012-2020UANL*. Moterrey, N.L., México.

UANL. (s.f.).

www.uanl.mx/sites/default/files/Competencias%20del%20Modelo%20Educativo%20.pdf. Obtenido de www.uanl.mx/sites/default/files/Competencias%20del%20Modelo%20Educativo%20.pdf.

UANL, D. (2015). Manual para el Alumno. *Manual para el Alumno*. Monterrey, N.L., México.

CAPÍTULO 20

ESCALANDO LA AGROECOLOGÍA: ESCUELA DE PENSAMIENTOS AGROECOLÓGICOS

Data de aceite: 02/05/2022

Angela Maria Londoño M.
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Agroecología
Palmira, Colombia

Judith Rodríguez S.
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración, Grupo de Investigación en Eficiencia Energética y Energías Alternativas
Palmira, Colombia

Alexander Hurtado L.
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Agroecología
Palmira, Colombia

Marina Sánchez de Prager
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Agroecología
Palmira, Colombia

Johana Stephany Muñoz C.
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Agroecología
Palmira, Colombia

Elsa Maria Guetocüe L.
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Agroecología
Palmira, Colombia

RESUMEN: La educación holística es parte transversal de la agroecología y requiere la participación de actores sociales conocedores de los problemas territoriales, se planteó colectivamente entre la Red de Mercados Agroecológicos Campesinos del Valle, REDMAC, la Fundación Ecológica FEDENA, el Instituto Mayor Campesino, IMCA y la Universidad Nacional de Colombia, el proyecto *Escuela de Pensamientos Agroecológicos*, EPA, con el objetivo de promover espacios con inclusión de relevo intergeneracional para la construcción conceptual y la promoción agroecológica, con trabajo pedagógico de capacitación, discusión, socialización y sensibilización bajo principios agroecológicos, buscando fortalecer el bienestar de las nuevas generaciones rurales, para su permanencia en el campo y la apropiación de espacios decisionales que visibilicen sus intereses. Participando 60 jóvenes, con dos temáticas sugeridas por ellos: fortalecimiento del conocimiento agroecológico y de acciones en política pública y emprendimiento, con cuatro encuentros desarrollados: i. concepción sobre agroecología; ii. políticas públicas para jóvenes; iii. encuentro intergeneracional, alrededor de las semillas; iv. emprendimientos juveniles. Esta iniciativa interinstitucional, continúa bajo una estructura pedagógica de relación horizontal, de diálogos comunitarios intergeneracionales, sin currículo escrito, se reconoce el carácter social de los participantes: autoestima y sentirse parte de una construcción colectiva, los protagonistas son los jóvenes.

PALABRAS CLAVE: Diálogos comunitarios; Educación no formal; Jóvenes rurales; Redes

institucionales.

SCALING AGROECOLOGY: AGROECOLOGICAL THINKING SCHOOL

ABSTRACT: Holistic education is a transversal part of agroecology and requires the participation of social actors knowledgeable about territorial problems, the project *School of Agroecological Thinking* (EPA, according to their acronym in Spanish), was proposed collectively between the Network of Agroecological Farmer Markets of the Valley (REDMAC, according to their acronym in Spanish), The Ecological Foundation (FEDENA, according to their acronym in Spanish), the Instituto Mayor Campesino (IMCA, according to their acronym in Spanish), and the National University of Colombia, with the objective of promoting spaces with inclusion of intergenerational relay for the conceptual construction and agroecological promotion, with pedagogical work of training, discussion, socialization and sensitization under agroecological principles, seeking to strengthen the welfare of the new rural generations, for their permanence in the field and the appropriation of decision-making spaces that make their interests visible. Sixty young people participated, with two themes suggested by them: strengthening agroecological knowledge and actions in public policy and entrepreneurship, with four meetings held: i. conception of agroecology; ii. public policies for young people; iii. intergenerational meeting, around seeds; iv. youth entrepreneurship. This inter-institutional initiative continues under a pedagogical structure of horizontal relationship, intergenerational community dialogues, without written curriculum, recognizing the social character of the participants: self-esteem and feeling part of a collective construction, the protagonists are the youth.

KEYWORDS: Community dialogues; Institutional networks; Non-formal education; Rural youth.

INTRODUCCIÓN

La agroecología definida como ciencia, conjunto de prácticas y movimiento social (Wezel et al., 2009), tiene como desafío escalar a través de estrategias como políticas de apoyo, a nivel de mercados, educación, formación, extensión, créditos y discursos, con la socialización de prácticas agroecológicas y en profundidad, con innovaciones campesinas para aumentar la producción de alimentos, mantener el bienestar y regenerar los recursos naturales (Rosset y Altieri, 2018; Brescia, 2017), con 8 impulsores claves para su escalamiento, entre estos el aprendizaje constructivista, resaltado para este caso, que unido a la multidimensional de la agroecología, facilita superar la fragmentación y segmentación del conocimiento en las prácticas de la enseñanza, con procesos participativos entre los actores sociales y con una formación holística, resolver de manera propositiva los problemas del territorio (Giménez Cacho et al., 2018; Rosset y Altieri, 2018; Brescia, 2017; Dussi, Flores y Barrionuevo, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO), propone las Escuelas de Campo para Agricultores (ECA), en 1989 en Asia, para educar y empoderar a los agricultores en el manejo integrado de plagas del arroz, ante el

uso indebido de pesticidas químicos, en un proceso de aprendizaje experiencial práctico, fortaleciendo el análisis crítico y la comprensión de los agroecosistemas, para una toma de decisiones informada (FAO, 2018).

Aparece, el concepto de Escuela Agroecológica Campesina, creado por el antropólogo Guillermo Castaño Arcila, con el diálogo escolar rural de nieto a abuelo (Mejía, 2006), con el saber individual convertido en saber colectivo, el diálogo de saberes, transmitido entre generaciones, herencia cultural, para convertirse en el saber de todos (Álvarez, Castaño, Montes y Valencia, 2013). *Cada uno aporta y enseña. Nos capacitamos entre nosotros. Si alguien hace algo lo transmite a otro* (Carrillo, comunicación personal, 16 de 04, 2019). La construcción del pensamiento agroecológico considera el proceso histórico en la formación colectiva e individual, busca el entendimiento común de las relaciones ecológicas, sociales, económicas, culturales y políticas de los seres humanos entre sí y con la naturaleza.

En el presente trabajo se reflexiona sobre el proceso de creación y avances de la Escuela de Pensamiento Agroecológico (EPA) de los jóvenes de la Red de Mercados Campesinos Agroecológicos del Valle del Cauca (REDMAC), con el fin de analizar los propósitos, logros y desafíos. En esta perspectiva, EPA, está conformada por jóvenes campesinos hijos, nietos, sobrinos, de integrantes de la REDMAC, iniciado con un ciclo de encuentros y capacitaciones, tejiendo diálogos para debatir y socializar temáticas propuestas por los jóvenes, en agroecología, emprendimiento y políticas públicas, para construir una lectura crítica de la realidad social.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la experiencia

La Escuela se inició con la alianza interinstitucional entre el IMCA, FEDENA, REDMAC y la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y la participación de jóvenes de 11 municipios del Valle del Cauca y Norte del Cauca, donde se ubican los mercados agroecológicos, coordinados por la REDMAC, entidad de segundo nivel que agrupa más de 300 familias, reunidas en casi 60 asociaciones y grupos, de origen campesino, indígena y afrodescendiente.

La Red como organización, busca la representación de los mercados, la visibilización de las propuestas agroecológicas como opción de vida, su viabilidad socioeconómica, ambiental, cultural y política, la protección de las semillas nativas, la seguridad, soberanía alimentaria y nutricional en los territorios. Entre los ejes estratégicos de su Proyecto de Vida, la Red cuenta con un grupo de jóvenes constituido y jugando un rol protagónico, eje a dinamizar con la Escuela.

La EPA se desarrolla en las perspectivas sociológicas constructivista, conflictivista y posestructuralista; identificando, analizando, cuestionando realidades y problemáticas propias, conflictos y estructuras locales y globales; reconociendo territorios, identidades,

carencias y potencialidades, para desde estos análisis y discursos romper mitos imperantes como por ejemplo los mitos del desarrollo, competitividad, individualismo, progreso, productividad, modernidad, entre otros, y transformar sus realidades (Escobar, 2007).

La metodología bajo la investigación cualitativa, es de tipo etnográfico combinada con la sistematización de la experiencia. La primera, es un diseño práctico, flexible, abierto y participativo (Cotán Fernández, 2020; Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010). Mientras, la sistematización, analiza críticamente los procesos y experiencias que se han seguido, interpretando y ordenando sus elementos, para extraer aprendizajes, socializarlos y propiciar el diálogo entre los distintos actores, recuperando conocimientos y concertando perspectivas (Berdegué, Ocampo y Escobar, 2004).

Se partió de un censo entre los integrantes de la Red, aplicando un cuestionario, para ubicar y conocer el acercamiento de los jóvenes a la agroecología y las expectativas frente a esta convocatoria. Los jóvenes propusieron: i) fortalecer el conocimiento agroecológico y acciones en política pública; ii) visibilizar los emprendimientos en proceso. Bajo estas temáticas se realizaron los encuentros vivenciales, en un marco de diálogo entre jóvenes y entre jóvenes y mayores o adultos.

Se partió con 60 jóvenes, con edades entre 15 y 31 años; la Ley 1622 de 2013, define el joven como toda persona entre 14 y 28 años, cumplidos en proceso de consolidación de su autonomía intelectual, física, moral, económica, social y cultural que hace parte de una comunidad política y en ese sentido ejerce su ciudadanía (Congreso de la República de Colombia, 2013). Se corroboró que las fincas y los mercados están integrados por personas mayores, reflejado en lo manifestado por los productores: sus hijos o familiares jóvenes, prefieren migrar a la ciudad, pues el trabajo en el campo es más difícil y menos remunerado. Los jóvenes, consideran continuar la labor en el campo como una opción poco viable para sus planes de vida, incertidumbre que debe enfrentar la EPA.

Como pilares para el desarrollo de las actividades se propusieron:

a) **El Diálogo**. Para la reflexión y construcción, se respeta y valora lo compartido, independiente de la edad, género o identidad cultural, herramienta inicial para el reconocimiento de actores, haciendo de EPA un espacio vivo, donde se hilan afectos que promueven la construcción de tejido social regional, con el diálogo de saberes, quehaceres y experiencias de forma horizontal.

b) **Convergencia de actores.** Se busca la confluencia entre actores sociales, de ámbitos público y privado, comunitario y académico, para unir esfuerzos y emprender acciones por el buen vivir de las comunidades, acercando los territorios rurales con los urbanos e incidir en los actores claves del sistema agroalimentario.

c) **Mingas de pensamiento y de acción.** Son espacios de formación, donde se enseña mostrando y se aprende haciendo. De iniciativa de los jóvenes, surge como forma colectiva para desarrollar los encuentros. En La minga de pensamiento, se dialoga para escuchar, pensar y reflexionar sobre un tema o situación, y a su vez, para planificar las acciones bajo un objetivo común. En la minga de acción, se

articula el trabajo práctico de los participantes para realizar lo planeado en la minga de pensamiento.

d) **Campesino a campesino.** Metodología que permite aprender y a su vez enseñar, pues los participantes tienen algo valioso que compartir con base en sus experiencias de vida. Se aprende entre todos, nadie lo sabe todo, se enseña con el ejemplo, el actor principal es el campesino, el indígena o el productor.

e) **Itinerancia**. La Escuela es un espacio que se encuentra donde estén sus miembros. Se conciben todos los lugares como espacios formativos integrales, con el reconocimiento del territorio propio y de los demás; la formación está mediada por la cultura y las relaciones interpersonales.

f) **Reconocimientos.** Son de carácter social, a través del fortalecimiento de la autoestima por sentirse parte de una construcción colectiva, por el aporte y esfuerzo colaborativo, valorando la resistencia y lucha por recuperar y conservar la identidad, idiosincrasia y cultura, bajo el lema del buen vivir social.

g) **Trazado de una hoja de ruta**. Establece el camino a seguir por la organización, para alcanzar las metas previstas. Implica la construcción colectiva de la misión, visión y los valores o principios de la organización.

Esta experiencia se plantea en plural, Escuela de Pensamientos Agroecológicos, por las múltiples concepciones que los actores sociales tienen sobre la agroecología, desde filosofía de vida, movimiento de resistencia frente a la apuesta económica dominante y por las prácticas de producción que imitan la funcionalidad de la naturaleza, producto de la observación y del diálogo de saberes comunitarios.

RESULTADOS

La EPA es una creación colectiva, que busca promover espacios con inclusión de relevo intergeneracional, para la construcción conceptual y la promoción de principios agroecológicos, con trabajo pedagógico de capacitación, discusión, socialización y sensibilización, buscando fortalecer el bienestar de las nuevas generaciones rurales, para su permanencia en el campo y la apropiación de espacios decisionales que visibilicen sus intereses. Es un espacio creativo, dialógico, generador de nuevas ideas, de formación de ciudadanía que incida y dinamice la multidimensionalidad del territorio, con la agroecología, como transdisciplina, practica y movimiento social, dentro de una visión de futuro para la construcción de la paz en el Valle del Cauca.

En un primer encuentro, para profundizar la concepción que los jóvenes tienen sobre agroecología, se distribuyeron en un árbol (símbolo de vida), frases que evocaran o se relacionaran con el concepto agroecológico, siendo las más citadas, forma de vida, cuidado, conciencia, conservación, familia, alimentos sanos, interacciones, emprendimientos, conocimiento ancestral, hermandad, salud, bienes naturales, entre otras, representadas gráficamente en una nube de palabras o nube de etiquetas (Figura 1).

Figura 1. Palabras más usadas en el árbol de problemas.

En un segundo encuentro, se presentaron las herramientas de participación política juvenil, temática propuesta en la aproximación inicial de la EPA. El orientador, experto en el tema de políticas públicas (PP) para juventudes rurales, inició bajo cuatro preguntas orientadoras: ¿qué es?, ¿qué implica y cómo se construye una PP?, y, ¿qué PP afectan el impulso de la producción agroecológica? Con la metodología Café del Mundo, en las categorías: empleo y emprendimiento; formación y capacitación; participación política e incidencia local; identidad cultural, territorio y acceso a activos, se plantearon objetivos, estrategias de acción, capacidades locales, consignando los jóvenes una amplia gama de necesidades, intereses, iniciativas y limitaciones.

Al final, se generó un espacio de reflexión y autoevaluación para que los asistentes plasmaran sus pensamientos sobre lo que aprendieron y compromisos personales y colectivos. Los jóvenes identificaron diferentes estrategias para el logro de los objetivos en los temas propuestos: buscar alianzas, asociarse y la cogestión con actores comunitarios e instituciones públicas y privadas (Tabla 1).

¿Qué Aprendí?	¿A qué me comprometo?
• El concepto de PP • La construcción de PP debe ser incluyente. • Hay PP dirigida a jóvenes, en especial para la juventud rural • Que te cuenten es diferente a que te tengan en cuenta. • Los jóvenes somos actores importantes con derechos y deberes, con posibilidad de incidir en espacios de discusión política. • Los mecanismos de participación política juvenil y como usarlos. • En las manos de los jóvenes está el poder de cambiar las problemáticas que afectan el campo y el país. • La unión hace más fácil el cambio • Las plataformas de juventud y consejos permiten la organización juvenil y fortalecen las comunidades	• Analizar la función del estado y representantes políticos • Participar, fortalecer e incidir en la comunidad, lo regional y la REDMAC en lo respectivo a juventud • Participación en espacios de representación de jóvenes en los territorios. • Aportar al empoderamiento de los jóvenes de su comunidad • Transmitir lo aprendido sobre PP con la comunidad • Averiguar sobre la Plataforma Juvenil y demás espacios que están reglamentados por la ley • Entender las PP para jóvenes y en Agroecología

Tabla 1 - Aprendizajes y compromisos

La tabla 1 muestra los aprendizajes y compromisos manifestados por los jóvenes tras el evento formativo. Autoría propia.

El tercer encuentro, intergeneracional, giro alrededor de las semillas como símbolo de vida, con la participación de los custodios de semillas de la REDMAC, compartiendo sus saberes en producción y conservación, reflexionando que conservarlas es una labor fundamental para asegurar la vida y la alimentación de las comunidades urbanas y rurales. El compromiso de los jóvenes al aceptar este legado, reconocido y valorado, es seguir manteniéndolo para el bienestar de la sociedad.

El último encuentro, antes de la pandemia, tuvo como tema central el emprendimiento, 14 jóvenes presentaron proyectos que involucran producción primaria y transformación, como abonos orgánicos, turismo de naturaleza, artesanías y cultura. Se identificó motivación, apoyos recibidos, sitios de comercialización, dificultades y oportunidades dadas durante el proceso. Las mesas de trabajo generaron variedad de propuestas clasificadas en temas de: visibilidad y comercialización, apoyo institucional, formación y gestión financiera y organizativa, para futuros desarrollos (Figura 2).



Figura 2. Proyección de actividades por los jóvenes para futuros desarrollos.

Los emprendimientos son ejemplo de la efectiva integración intergeneracional, con creatividad al usar recursos locales, la generación ingresos económicos para la familia y la apropiación del territorio. Las características más relevantes de EPA, se pueden resumir así (Tabla 2):

Características	**Escuela de Pensamientos Agroecológicos (EPA)**
Objetivo	Promover espacios incluyentes de relevo intergeneracional para la construcción conceptual y promoción de PP agroecológicas
Origen de la iniciativa	Interinstitucional, con propuestas de los distintos actores interesados
Enfoque y Referente	Escuelas Agroecológicas Campesinas
Cobertura	Valle del Cauca y norte del Cauca: local, veredal y municipal
Áreas de formación	Agroecología, emprendimiento, socio-política
Estructura Pedagógica	Relación horizontal, diálogos comunitarios, propuestas desde la base, no hay currículo escrito
Reconocimiento a los estudiantes	De carácter social: autoestima y sentirse parte de una construcción colectiva
Profesores	Los protagonistas son los jóvenes, los facilitadores son un miembro más del grupo de trabajo

Tabla 2 - Características de la Escuela de Pensamientos Agroecológicos (EPA)

La tabla 2 es adaptada de Acevedo-Osorio (2015) Escuelas de Agroecología en Colombia.

DISCUSIÓN

Dimensiones del trabajo de los jóvenes en la EPA

La agroecología como movimiento socio-político, eje aglutinador de las instituciones participantes en esta experiencia, necesita para su fortalecimiento y expansión, transcender y transformar las nuevas generaciones, especialmente las rurales, para que permanezcan en el campo y en diálogo de saberes con los mayores, se apropien conjuntamente de espacios de toma de decisiones, buscando la construcción de políticas de apoyo que visibilicen sus intereses y su territorio.

Dentro de las dimensiones de análisis en la EPA, se partió del principio teleológico de la agroecología, el respeto por la vida, como una clara dimensión eco-estructural de la organización. Se trabajó en el fortalecimiento de la autoestima y la motivación de los jóvenes como agentes de cambio, dimensión personal, no individualista.

Además, del fortalecimiento de la red de mercados y de la agroecología en general, desde sus lugares de origen, sus redes de amigos y familiares, en sus contextos ecosistémicos e históricos, dimensión microsocial. El aporte de los jóvenes en la participación de espacios de PP (dimensiones meso y macrosocial), se apoyó a través de capacitaciones puntuales en gestión de PP y visibilización de quienes tienen representación en escenarios de política local: Consejos Municipales, Consejos de Desarrollo Rural Municipales y las plataformas para juventudes rurales.

Es importante resaltar que la focalización del proyecto en los herederos agroecológicos, se da en un contexto de envejecimiento del campo, con una pregunta contundente ¿quién nos alimentará a futuro? Con cifras como que el 40% de los jóvenes rurales están en condición de pobreza, alrededor del 12% migran a la zona urbana y de estos, el 53% parten por razones laborales y/o educativas y de ausencia en espacios decisionales juveniles (Pardo, 2017).

No obstante, estas vulnerabilidades, los jóvenes tienen mayor flexibilidad, disposición al cambio y apertura a la innovación, presentan mayor cercanía y manejo de las nuevas tecnologías de información y formas de socialización y adquisición del conocimiento (Pardo, 2017), convirtiéndose en potenciales actores dinamizadores de sus territorios.

Así, la EPA se convierte en un espacio estratégico de educación rural, “la escuela es el centro de debates, de capacitaciones, de decisiones, de eventos locales y regionales, en poder local, con auténtica base democrática” (Mejía, 2006, p. 34). Se reflexiona, se construyen alternativas de vida sostenible en lo personal, familiar, comunitario, organizacional y municipal, perspectiva multidimensional (Mínguez Macías, 2007). Son espacios pedagógicos plurales para la inclusión y transformación desde cuerpos, haceres y saberes otros, de indígenas, afrodescendientes, campesinas y populares (Val & Rosset, 2020).

La visión multidimensional que los jóvenes tienen de la agroecología, influenciado

por su entorno, les ha permitido considerarla una forma de vida, de incluir los conocimientos ancestrales, el cuidar y conservar los bienes naturales, de producir alimentos sanos y generar emprendimientos comunitarios. Reafirmando, que

> (…) el saber campesino se aprende en la heterogénea ligazón entre su grupo doméstico y de trabajo… se aprende en la medida que se ve hacer y se escucha en las relaciones de parentesco y de vecindad. La conducta reproductiva rural, es una acumulación que no se hace en los textos, sino directamente sobre las personas y los lazos que tejen (Iturra, como se citó en Guzmán Casado, González Molina y Sevilla Guzmán, 1999).

El auto reconocimiento del joven como actor político sujeto de derechos con posibilidad de incidir en la discusión política, muestra la necesidad de estos encuentros para la formación de pensamiento crítico, como ellos lo mencionan, "por falta de conocimientos sobre los espacios a los que podemos acceder por derecho y por el poco interés de enterarse" (Joven integrante de EPA, comunicación personal, 8 septiembre, 2019).

Los jóvenes que participan en la EPA están trabajando en la consolidación de sus propuestas empresariales: canales cortos de comercialización, uso intensivo de procesos no de insumos, la cooperación y la solidaridad, apalancado sus proyectos en los mercados agroecológicos donde encuentran a los amigos consumidores, como ellos los describen, y en redes de cooperación emergentes que apoyen sus iniciativas.

La construcción de las realidades de los jóvenes nace desde la crítica al sistema agroalimentario hegemónico apoyada por la REDMAC, que no brinda oportunidades a los jóvenes rurales y que desde la agroecología se avanza hacia a la construcción de alternativas.

Los procesos formativos en la EPA

Los procesos formativos se enfocan las historias de vida, de las experiencias y vivencias de los jóvenes en sus territorios. El proceso formativo es entendido desde la solidaridad y no desde la competencia, con vínculos de cooperación e intercambio, considerando la especificidad, diversidad y dinámica territorial.

Se potencializa y facilita la comunicación entre los jóvenes a través de las TIC, acercando territorios y rompiendo el marco de educación en el aula, siendo importante incorporar el entorno orgánico y el paisaje en los currículos y adaptarlos a sus condiciones (Londoño, 2019).

Los diálogos intergeneracionales, los visibiliza como actores fundamentales de las fincas agroecológicas y de los mercados campesinos que representan, son *estilos de vida* con posibilidades de continuar.

La EPA en la co-construcción de cambios sociales

La educación, la cooperación, el diálogo horizontal, pluriepistemológico y pluriontológico que se propicia en la EPA, busca el reconocimiento de los jóvenes como

sujetos de cambio y capacidad de *agencia*, para co-construir otras formas de ser y habitar. Se busca transitar con los jóvenes y sus familias hacia faros agroecológicos, trascendiendo la visión de transición agroecológica de finca (Gliessman, 2005) hacía transiciones agroecológicas del sistema sociocultural (Sevilla Guzmán, 2006).

Las capacitaciones, los diálogos y el espíritu de pertenencia demostrado en los diferentes encuentros, muestran como con el auto reconocimiento, el intercambio intergeneracional y el saber escuchar, los jóvenes se empoderan y trascienden el que hacer de los mayores en el proceso agroecológico de sus fincas, con opción de permanecer en el tiempo (transgeneracional), en una relación horizontal (joven a joven), señalando oportunidades y bajo la asociatividad, apostar a proyectos para tener ingresos y estabilidad laboral, condición para su permanencia en el campo.

Un ejemplo del empoderamiento lo apreciamos en la voz de uno de los jóvenes de la EPA:

Aún recuerdo cuando mis padres de pequeño me preguntaban ¿qué quieres ser cuando seas grande? y yo dichoso respondía: ¡bombero! deseo ayudar a los animalitos, maestros, constructores, músicos.... Siempre tenía una respuesta diferente para cualquiera que preguntara (Joven integrante de EPA, comunicación personal, 9 mayo, 2020).

Hoy entiendo que mi paso por el modelo educativo ayudó a formar parte de mi ser, pero mi verdadera felicidad se encontraba en el dulce pasto, la caricia del sol, la tranquilidad de la montaña, los alimentos sanos y de primera mano, las noches estrelladas, donde las luces de la ciudad son lejos de ser las protagonistas (Joven integrante de EPA, comunicación personal, 9 mayo 2020).

> *Ahora, con paso fuerte y los pies descalzos, recorro la tierra que me parió, árboles que me vieron crecer, el sol que renace y hace florecer mi espíritu cada día. Vivo con el propósito de amar y preservar este sueño construido con tanto amor* (Joven de la Granja Agroecológica Familiar Pura Vida, comunicación personal, 18 julio, 2020).

Los jóvenes como agentes de cambios

Son muchos los factores que afectan a los jóvenes y no vean la agricultura como opción de vida, dándose el fenómeno de descampesinización, referido al debilitamiento, erosión o desaparición de prácticas, saberes, ritos, y costumbres campesinas y la racionalidad asociada con ellas, implica que los campesinos abandonan la agricultura (Van Der Ploeg, 2010); con múltiples causas: el sometimiento a una mayor dependencia, acaparamiento de tierra, reconfiguración de territorios para el agronegocio, la minería, el turismo o el desarrollo de grandes infraestructuras o megaproyectos (Rosset y Martínez, 2016), al uso de las tecnologías agrícolas industriales, a las relaciones de mercado y al ciclo de la deuda (Rosset y Altieri, 2018); a nivel nacional, la violencia paramilitar, el desplazamiento forzado y el despojo de tierras.

Para el Centro de Memoria Histórica (2015) la descampesinización es:

(…) el conjunto de prácticas que tienen como finalidad la marginalización negativa de la vida campesina y que producen un daño significativo en esta, ejerciendo prácticas de violencia, cuyo contenido no es otro que el de la profundización de las asimetrías y causar daños a la forma de vida campesina.

A este fenómeno, hay que sumarle el envejecimiento de la población rural nacional, cerca del 20% de los campesinos son mayores de 50 años y tan solo el 20% de la población campesina corresponde a niños y jóvenes (DANE, 2014).

Ante esta problemática es fundamental avanzar hacia la construcción de transformación de las realidades que viven los jóvenes, la ciencia agroecológica brinda elementos claves, enfatizando en la relevancia del conocimiento campesino, de los movimientos sociales, el fortalecimiento de las identidades culturales y la transformación social (Sevilla Guzmán, 2006). Las prácticas agroecológicas son similares a las prácticas campesinas tradicionales, a veces incluso proceden de ellas, así que, durante la transición agroecológica, se da una recampesinización, se hacen *más campesinos*, cuando los agricultores llevan a cabo la transición desde la agricultura dependiente de los insumos hasta la agroecología basada en los recursos locales (Rosset y Altieri, 2018).

Aprendizajes

Han sido muchos los aprendizajes en los diálogos con los jóvenes, en reflexiones de los miembros de la REDMAC, encontramos algunos aprendizajes vividos:

Lo más valioso ha sido escucharlos, sentarnos con ellos, escuchar sus preocupaciones. Una anécdota fue cuando los invitamos a mostrar sus emprendimientos, fue la sorpresa que los tenían, y además son muy buenos y muy viables (Miembro de la Junta Directiva de la REDMAC, Comunicación personal, 18 julio, 2020).

Una experiencia muy bonita fue el diálogo de los jóvenes con los custodios de semillas que son gentes mayores, ver el interés de los jóvenes por las semillas y que se está trabajando por dejar otras generaciones interesadas en la preservación de las semillas (Miembro de la Junta Directiva de la REDMAC, Comunicación personal, 18 julio, 2020).

El gran reto está en iniciar la formación de capacidades para la autogestión tanto económica, como de necesidades para el buen vivir, complementadas estratégicamente con la creación de oportunidades, desde la familia, la comunidad y la institucionalidad, en los proyectos, programas, planes y PP dirigidas a la juventud rural.

El tener un proyecto de vida, tal como lo tiene la REDMAC, hará que los jóvenes apelen a un cuerpo aglutinador que les permita transitar por su comunidad cumpliendo sus expectativas socioeconómicas.

CONCLUSIONES

La iniciativa EPA tiene un compromiso de co-construir alternativas encaminados a

pensar, diseñar y co-construir otras realidades a los paradigmas hegemónicos impuestos a los jóvenes rurales campesinos, avanza hacia una institución organizada de jóvenes campesinas y campesinos paralela a la REDMAC. Las y los jóvenes están capacitados y comprometidos y cuentan con la posibilidad de aportar en la transformación de sus realidades desde la agroecología en sus territorios, generándose expectativas sobre el compromiso con los jóvenes en torno a cómo i) abordar sus intereses, ii) robustecer su motivación juvenil de la agroecología como forma de vida y de permanecer en el campo, y iii) mantener activa su participación en los procesos de la organización.

AGRADECIMIENTOS

A los jóvenes y facilitadores de la REDMAC, el IMCA, FEDENA y la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por el apoyo recibido para co-crear y caminar por esta experiencia.

REFERENCIAS

Acevedo-Osorio, A. (2015). Escuelas de Agroecología en Colombia. La construcción del conocimiento agroecológico en manos campesinas. 1-15. Recuperado de 10.13140/RG.2.1.3442.0969

Álvarez, F., Castaño, G., Montes, J. y Valencia, F. (2013). Las escuelas campesinas de agroecología, centros de formación campesina y los custodios de semillas en los Andes tulueños (Colombia). *Investigación Agraria y Ambiental, 4*(2). 135-147.

Berdegué, J., Ocampo, A. y Escobar, G. (2004). *Sistematización de experiencias locales de desarrollo agrícola y rural. Guía Metodológica.* Recuperado de https://cutt.ly/5EJoL2m

Brescia, S. (2017). *Tierra Fértil. Desarrollando la agroecología de abajo hacia arriba.* Food First Books.

Centro Nacional de Memoria Histórica (2015). Una nación desplazada: informe nacional del desplazamiento forzado en Colombia, Bogotá, CNMH - UARIV, 20.

Congreso de la República de Colombia (2013). Ley Estatutaria 1622 de 2013. Estatuto de ciudadanía juvenil. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia. Recuperado de https://cutt.ly/uEJgLU3

Cotán Fernández, A. (2020). El método etnográfico como construcción de conocimiento: un análisis descriptivo sobre su uso y conceptualización en ciencias sociales. *Márgenes. Revista de Educación de la Universidad de Málaga, 1*(1), 83-103. Recuperado de http://dx.doi.org/10.24310/mgnmar.v1i1.7241

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2014). *Censo Nacional Agropecuario 2014*. Recuperado de https://cutt.ly/uEJakIa

Dussi, M. C., Flores, L. B., Barrionuevo, M. E. (2014). Agroecología y educación: multidimensión en la comprensión de sistemas complejos en Patagonia. *Repositorio digital institucional Nniversidad Nacional de Comahue*. 1-8. Recuperado de http://rdi.uncoma.edu.ar//handle/123456789/15862

Escobar, A. (2007). *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo.* Caracas, Venezuela: Editorial el perro y la rana. Recuperado de https://cronicon.net/paginas/Documentos/No.10.pdf

Giménez Cacho, M. M. T., Giraldo, O. F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B. G., Rosset, P., Khadse, A., & Campos, C. (2018) Bringing agroecology to scale: Key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems, 42*(6), 637-665.

Gliessman, S. R. (2005). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.* 3a ed. Porto Alegre.

Guzmán Casado, G., González Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. (1999). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa 2000.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. P. (2010). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw Hill.

Londoño, A. M. (2019). Escuela de Pensamiento Agroecológico–EPA. *Memorias del Seminario Internacional "Políticas Públicas para la Agroecología en Colombia".* Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de https://cutt.ly/wEJhWML

Mejía, M. (2006). Agricultura y ganadería orgánica a condiciones colombianas: retorno de los pobres al campo. Parte V. Escuelas Campesinas. Cali. Editor Mario Mejía.

Mínguez Macías, N. (2007). *Campesinos construyendo un nuevo futuro. Escuela campesina de formación para la sostenibilidad. Sistematización de la experiencia.* Buga, Colombia: IMCA.

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Plataforma global de las Escuelas de Campo para agricultores.* Recuperado de http://www.fao.org/farmer-field-schools/home/es/

Pardo, R. (2017). *Diagnóstico de la juventud rural en Colombia. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.* Santiago de Chile. Recuperado de https://cutt.ly/sEJltFf

Rosset, P., y Altieri, M. (2018). *Agroecología. Ciencia y política. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.* Ecuador: SOCLA. Recuperado de https://cutt.ly/XEJlFhh

Rosset, P., y Martínez, M. (2016). Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Estudios Sociales, 25*(47), 274-299. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41744004011

Sevilla Guzmán, E. (2006). *De la Sociología Rural a la Agroecología*. Barcelona, España: Icaria.

Val, V. y Roseet, P. M. (2020). Campesina a Campesino: Educación campesina para la resistencia y la transformación agroecológica. Revista Brasileira de Educação do Campo. *Brazilian Journal of Rural Education, 5, 1-25.* doi: http://dx.doi.org/10.20873/uft.rbec.e10904

Van Der Ploeg, J. (2010). *Nuevos campesinos. Campesinos e imperios alimentarios.* Barcelona, España. Icaria. Recuperado de https://edepot.wur.nl/424202

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 29*, 503–515. Recuperado de https://doi.org/10.1051/agro/2009004

CAPÍTULO 21

LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN EL SECTOR RURAL: UNA EVALUACIÓN DESDE EL PLAN DE INTEGRACIÓN DE COMPONENTES CURRICULARES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ANTONIO GALÁN

Data de aceite: 02/05/2022

Nohemí Gutiérrez
Especialista en Docencia

Linny Brillid Aldana Díaz
Especialista en Docencia

Lady Bell Martínez Cepeda

RESUMEN: El currículo es la columna vertebral de toda institución educativa, por lo cual se busca analizar e implementar la estructura curricular para mejorar el proceso de enseñanza de la Institución Educativa Rural José Antonio Galán, del Municipio de Florencia Caquetá, ya que permite orientar todos los procesos educativos y así complementar, estructurar o proyectar la educación de acuerdo a las necesidades del contexto educativo. A partir de este planteamiento surge la pregunta de investigación a resolver: ¿Cómo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural, mediante el plan de integración de componentes curriculares de la Institución educativa José Antonio Galán? Esta investigación fue realizada en una institución rural de carácter pública situada en el Caquetá. La investigación se desarrolló bajo el paradigma, interpretativo, de carácter cualitativo desde el enfoque análisis documental teniendo en cuenta aspectos propiamente establecidos para la educación rural e innovación curricular. La investigación arrojó la necesidad de una actualización del currículo mediante la integración de componentes curriculares. De igual manera, este estudio establece que el mayor problema radica en la falta de los planes de estudio, planes de área y mallas curriculares contextualizadas a las necesidades de la educación rural y la transversalización de los proyectos pedagógico productivos en estos. Para lograr resolver los problemas encontrados en esta investigación, se requiere inicialmente valorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural para la integración de componentes curriculares en la Institución Educativa José Antonio Galán; luego describir componentes para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje y, finalmente, presentar una alternativa curricular articulada con los proyectos pedagógicos productivos de la institución (proyectos: piscicultura, porcicultura, avicultura, caficultura, lombricultivo, ornato, ganadería, huerta escolar y medicinal) hacia la innovación curricular de la institución.

PALABRAS CLAVE: Currículo, innovación curricular, ruralidad, evaluación curricular, plan de integración.

TEACHING AND LEARNING PROCESSES IN THE RURAL SECTOR: AN EVALUATION FROM THE CURRICULUM COMPONENTS INTEGRATION PLAN OF THE EDUCATIONAL INSTITUTION JOSÉ ANTONIO GALÁN

ABSTRACT: The curriculum is the backbone of every educational institution, which is why it seeks to analyze and implement the curricular structure to improve the teaching process of the José Antonio Galán Rural Educational Institution, of the Municipality of Florencia Caquetá, since it allows guiding all educational processes and thus

complementing, structuring or projecting education according to the needs of the educational context. From this approach arises the question of research to solve: How to improve teaching and learning processes in the rural sector, through the plan of integration of curricular components of the educational institution José Antonio Galán? This research was carried out in a rural institution of public character located in the Caquetá. The research was developed under the paradigm, interpretive, qualitative from the approach Documentary research taking into account aspects properly established for rural education and curricular innovation. The research showed the need for an update of the curriculum through the integration of curricular components. Similarly, this study establishes that the greatest problem lies in the lack of curricula, area plans, and curricula contextualized to the needs of rural education and the mainstreaming of productive pedagogical projects in these. In order to solve the problems encountered in this research, it is initially necessary to evaluate the teaching and learning processes in the rural sector for the integration of curricular components in the José Antonio Galán Educational Institution; then formulate components to improve the teaching and learning process and, finally, present a curricular proposal articulated with the productive pedagogical projects of the institution (projects: fish farming, pig farming, poultry farming, coffee growing, earthworm farming, ornamental farming, livestock farming, school, and medicinal gardens) towards curricular innovation of the institution.
KEYWORDS: Curriculum, curriculum innovation, rurality, curricular evaluation, integration plan.

INTRODUCCIÓN

La renovación y evaluación continua curricular son una necesidad primordial para todas las instituciones educativas, con el objetivo de mejorar la calidad de la educación, unificando políticas, criterios y lineamientos curriculares, para así dinamizar el proceso de enseñanza aprendizaje y fortalecer los roles del docente en pro de la comunidad en general. Implica ello un docente apropiado de prácticas acordes a demandas y aprendizajes estudiantiles (Cáceres Mesa, et al ,2017). El currículo en el ámbito de la renovación. Renovar el currículo es, en esencia, renovar la práctica docente e institucional.

Conlleva procesos de transformación tan importantes en la educación urbana como en la rural; sin embargo, es una necesidad urgente desarrollar la renovación y evaluación del currículo en los sectores rurales educativos. Al respecto, Sarmiento y Tovar (2011) en su investigación hace referencia al diseño curricular como parte de todos, centro de coparticipación, con inclusión de la comunidad educativa.

Aunado a ello, la concepción de currículo situado en la ruralidad tiene implicaciones muy territoriales partiendo de la necesidad de ubicar el currículo en contexto, destacando y valorando los saberes propios, derivados de las vivencias, la cultura y lo social con los saberes escolares (Díaz Torres, 2020), de acuerdo a las necesidades de cada zona en general, sin aislarlo de los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Para Pérez (1997), el currículo es multi-direccional, por su parte Baneutt (1999) hace referencia a la ruralidad latinoamericana entendida como un proceso articulado

de lo la estructura social, económico, el medio ambiente, la conformación sociocultural y las estructuras político- estructurales. Dichas concepciones orientan este estudio, el currículo rural no puede ser descontextualizado del entorno general, porque está correlacionado integralmente.

De este modo surge la necesidad de identificar los procesos para realizar una estructuración curricular como eje transversal de la educación. La convergencia de elementos y vivencias para la formación se concentran en el currículo. En otras palabras, “confluyen las experiencias formativas” (Perilla, 2018). Su estructura incluye objetivos, estrategias formativas, metodología de enseñanza aprendizaje, modos de administración curricular y sistemas de evaluación. En tal sentido, Stenhouse (2010, p. 29) considera: “un currículo es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a la discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica”, su vigencia no es eterna, está sujeto a modificaciones y ajustes, coincidente con Perilla (2018) concuerdan en que la estructura debe ser, por tanto, lo suficientemente flexible para explicitar los objetivos académicos, el debate crítico reflexivo y formas de llevarlo a la práctica.

Por las razones expuestas, se busca valorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural para la integración de componentes curriculares en la Institución Educativa José Antonio Galán del municipio de Florencia Caquetá. Para lograr este propósito es necesario, además describir componentes curriculares y presentar una alternativa documental articulada con los proyectos pedagógicos productivos de la institución, tales como los proyectos en piscicultura, porcicultura, avicultura, caficultura, lombricultivo, ornato, ganadería, huerta escolar hacia la innovación curricular.

Dicho de otra forma, con este proyecto, se busca realizar la revisión de los procesos curriculares a saber: diseño, implementación, revisión y actualización de los instituciones educativas rurales (IER), establecer su estado y las acciones de mejora, mediante la Estrategia de Integración de Componentes Curriculares (EICC) y el Plan de Integración de Componentes Curriculares (PICC-HME) como posibles rutas para la revisión y actualización de los planes de área, planes de aula. Así como el uso didáctico de los materiales de la “Caja Siempre Día E” en los procesos curriculares de los instituciones educativas, durante el acompañamiento pedagógico, como estrategia/herramienta de formación y fortalecimiento de las prácticas docentes en la institución educativa José Antonio Galán del municipio de Florencia Caquetá.

Por consiguiente, la presente investigación se estructura en tres fases, identificar la problemática local, revisar profundamente los documentos, extraer los apartes que deben ser revisados. En segundo lugar, se revisa en forma sistemática e interpretativa el proyecto educativo institucional (PEI), el sistema de evaluación (SIE), planes de estudios, mallas de aprendizaje, planes de aula, proyectos pedagógicos productivos haciendo uso de los diferentes formatos creados por los autores. En este sentido, se analizaron artículos

y documentos afines a la innovación curricular, al currículo en la ruralidad, educación, currículo y plan de integración para valorar y obtener información pertinente al propósito del estudio. Por último, se describe la metodología según los hallazgos encontrados en la interpretación documental, se muestran los resultados y se configura una alternativa documentada hacia los cambios respectivos.

En concordancia con lo anterior, se plantea el marco metodológico, cuyo eje central para su desarrollo es el análisis documental desde el enfoque cualitativo, fundamentado en la interpretación y descripción de elementos conceptuales surgidos en la indagación, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos o documentos de diferentes fuentes documentales (Arias, 2012). Se asume por tanto, como forma del conocimiento que busca llegar a conclusiones especificas a partir de la exploración textual y sus realidades en las fases de selección de fuentes documentales pertinentes; establecimiento de categorías de análisis; análisis de los documentos orientados por las categorías; estructuración crítica de acuerdo al problema de investigación y planteamiento de acciones.

METODOLOGÍA

A continuación, se presenta el marco metodológico el cual “se concibe como un conjunto de procesos metodológicos y estratégicos con el objeto de integrar los objetivos planteados desde una problemática con los nuevos datos de forma válida y con una alta precisión”. (Balestrini 2000, p.44).

Línea de investigación a la que pertenece el proyecto

La línea de investigación del presente proyecto es: innovación curricular, la cual busca la revisión y evaluación del currículo de la institución educativa José Antonio Galán, para luego hacer una integración de los componentes curriculares con la realidad educativa del contexto y de acuerdo a las necesidades de la comunidad y los planes de aula y áreas que a su vez deben estar articulados a los proyectos pedagógicos productivos: piscicultura, porcicultura, avicultura, caficultura, lombricultivo, ornato, ganadería, huerta escolar y medicinal.

Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación es análisis documental, que según Dulzaides y Molina (2004) dice que “El análisis documental, al representar sistemática y sintéticamente los documentos originales, facilita su recuperación y consulta; ofrece las primeras noticias sobre la existencia del documento primario y con ello, facilita su obtención e incorporación al proceso posterior de análisis de la información” la cual tiene como propósito desarrollar investigaciones de los problemas relacionados en ámbitos del ser, así como explicar las realidades subjetivas e intersubjetivas como objetos legítimos de conocimientos científicos (Galeano, 2003). En la realidad educativa abordada, los seres humanos comparten

percepciones subjetivas e intersubjetivas donde subyacen prácticas y conocimientos de la cotidianidad. Desde, Gil y García (1996) la investigación enmarcada en dicho enfoque estudia la realidad en un contexto determinado, para aportar a una significación e interpretación de ese contexto. Por ende, la investigación de enfoque cualitativo aporta a este estudio porque permite la flexibilidad en la interpretación de las diferentes situaciones presentadas por las unidades de estudio en su contexto, como base para planteamientos de respuestas posibles al problema de investigación.

De esta forma, esta investigación está bajo el Paradigma Interpretativo, En el cual según Santos (2010) :

> "Se conoce también como cualitativo, fenomenológico, humanista, naturalista o etnográfico. Ha surgido como una alternativa al paradigma positivista. En él no se pretende hacer generalizaciones a partir del objeto estudiado. Dirige su atención a aquellos aspectos no observables, no medibles, ni susceptibles de cuantificación (creencias, intenciones, motivaciones, interpretaciones, significados para los actores sociales), interpreta y evalúa la realidad, no la mide. Los hechos se interpretan partiendo de los deseos, intereses, motivos, expectativas, concepción del mundo, sistema ideológico del observador, no se puede interpretar de manera neutral, separando al observador del factor subjetivo, de lo espiritual."

Tipo de investigación

Este trabajo se enmarcó en una investigación cualitativa de tipo interpretativo utilizando la estrategia de análisis documental. Se utilizó la técnica de análisis documental de contenido, según Tinto (2013), consiste en analizar, supone estudiar los contenidos de un material previamente seleccionado. Esto se realizó mediante indización o descripción característica, con la modalidad de palabras clave o categorías; esto es, se seleccionan expresiones o términos para representar el contenido o temas tratados en el documento.

Diseño Metodológico de la Investigación

Hoyos (2000) expresa que la investigación documental tiene objetivo final alcanzar un conocimiento crítico sobre una situación en particular en un contexto determinado, tomando como punto de referencia documentos que describen un fenómeno. Se desarrolla mediante la indagación de documentos a través de la identificación, selección y organización para ampliar y profundizar el tema abordado que para este caso es el currículo.

Pasos para la indagación de documentos:

1. Fase Preparatoria: se consultaron 12 documentos relacionados con el currículo, los cuales fueron registrados en los formatos de revisión documental.

2. Interpretativa por núcleo temático: se inicia con la fundamentación teórica y metodológica sobre el currículo e innovación curricular, e integración de componentes curriculares, con el fin de identificar y clasificar los datos, teniendo en cuenta los siguientes documentos: proyecto educativo institucional (PEI), sistema de evaluación (SIE), planes de estudios, mallas de aprendizaje, planes de aula,

proyectos pedagógicos productivos; éstos fueron registrados en los diferentes formatos utilizados, los cuales permiten realizar un acercamiento a la selección y valoración de contenidos con el fin de identificar y clasificar los datos para culminar con la discusión, análisis y conclusiones de la investigación planteada.

3. Estrategia de Indagación o Recolección de Datos

En esta fase del proyecto se ha recurrido a la Investigación interpretativa Documental, lo cual ha permitido el desarrollo del análisis crítico y reflexivo, a través de la interpretación y confrontación de los documentos recolectados. Para estos fines, se han consultado documentos curriculares oficiales del sistema educativo de la institución educativa, tales como: Proyecto Educativo Institucional (PEI), sistema institucional de evaluación (SIE), planes de estudios, planes de aula y proyectos transversales, entre otros.

Para este efecto se llevó un análisis descriptivo comparativo de los documentos curriculares, enmarcados en el estudio genérico de comprender un fenómeno, proceso de los actores sociales involucrados en la investigación. En fin, a partir de la indagación de los datos y su interpretación se logró conocer los hechos y resultados que permitirán realizar las propuestas de mejoras al proceso de enseñanza y aprendizaje en el sector rural, y por ende a la Institución Educativa José Antonio Galán.

Muestra

Para la elaboración de este estudio, se realizará la revisión y lectura interpretativa de los documentos oficiales: PEI, planes de estudios, SIE, planes de aula y proyectos transversales. La selección de estos documentos correspondió con el interés y objeto principal de este estudio: conocer la realidad de la estructura curricular en el sector rural, y comprender su pertinencia en los sectores de pobreza y desplazamiento por los grupos al margen de la ley y cultivos ilícitos, para luego hacer un planteamiento de innovación o mejoras al plan curricular.

Registro de análisis documental

Este procedimiento técnico permite la recolección de información (misión-visión, enfoque, modelo pedagógico, proyectos pedagógicos productivos, planes de estudio y de aula y en general sobre el currículo actual del Colegio, etc.,), es decir, se recolecto la documentación para la revisión, comparación, indagación, lectura y análisis del Proyecto educativo Institucional de la institución educativa José Antonio Galán.

Los siguientes aspectos son los que se proyectaron para revisar en el P.E.I de la institución educativa José Antonio Galán: Misión y visión, Principios institucionales, Perfil del educando y docente, Modelo pedagógico, Plan de áreas y de mejoramiento, Didáctica y pedagogía, Proyectos trasversales, SIIE: criterios de evaluación y promoción del educando, planes de estudios, proyectos pedagógicos productivos, que se registraran en fichas.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la revisión e interpretación documental.

Revisión documental del plan de estudios

El plan de estudios de la Institución no cuenta con una estructura común que oriente a los docentes en el que hacer de la Institución educativa, los formatos y procesos unificados dentro de una institución educativa son de vital importancia para la orientación y guía sobre todo a docentes que llegan por primera vez a la misma, además permiten los respectivos avances y reestructuraciones hacia el futuro, en este sentido las mallas de aprendizaje adaptadas al entorno institucional serian una buena opción para el manejo del plan de estudios y permitirán la revisión evaluación y ajustes de los mismos durante cada vigencia.

Las mallas de aprendizaje son un recurso para la implementación de los Derechos Básicos de Aprendizaje, que permitirá orientar a los docentes sobre qué deberían aprender en cada grado los estudiantes y cómo pueden desarrollar actividades para este fin. Esta propuesta –señaló– es flexible y requiere ser enriquecida por cada uno de los maestros de forma que se adapte a la realidad pluriétnica y multicultural de nuestro país. (MEN)

Revisión documental del PEI

No existe dentro del P.E.I una metodología establecida para la evaluación y avances del plan de estudios, lo cual genera que este se establezca como definitivo y no apunte a los ajustes necesarios dentro del plan de mejoramiento institucional, se debe inclusive tener un formato con criterios establecidos para la evaluación y avances del documento y por tanto el mejoramiento de los procesos.

Se deben revisar los criterios de la educación en preescolar, ya que estos deben estar ajustados a las nuevas políticas y normatividad establecidas en cuanto al proceso de educación en primera infancia establecida por el MEN.

Se deben generar en forma explícita los mecanismos de participación de la comunidad en la gestión, articulación y avances del plan de estudios y del currículo en general en el P.E.I, se nombra el componente comunitario con gran importancia, pero en los planes de área y de aula no se nota la participación e inclusión de las características culturales y sociales de este grupo humano que permitan la integración regional al proceso educativo.

Los criterios de manejo del plan de área no atienden a una política institucional, regulada por unos formatos y unas líneas de diseño y aplicación claras, si bien hay que respetar la autonomía escolar, también hay que atender a unos criterios generales que orienten el que hacer en cada área, apuntando a los objetivos y metas de calidad trazados en el P.E.I, estos documentos y políticas establecidas, permitirán a la institución una mejor administración del currículo, además de su seguimiento, evaluación y adaptación de

acuerdo a las necesidades y retos que se presenten en el devenir histórico.

Los módulos de interaprendizaje son diseños estructurados que propone el estado por medio del MEN, pero estos son demasiado generalizados y si bien tratan de atender a la realidad nacional, es necesario realizar adaptaciones de los mismos a la realidad regional, al componente cultural y social de la comunidad educativa en particular, dentro del plan de estudios y el currículo de la institución no se toca este tema que es de vital importancia y que debe apuntar a la pertinencia del mismo, esto se debe ver reflejado tanto en los palanes de estudio, de área y sobretodo en la planeación del docente en el aula.

La integración de componentes curriculares es un reto para las instituciones, hacer uso de los referentes de calidad y adaptarlos a las necesidades educativas de los estudiantes y las comunidades en general es una necesidad apremiante, ya que el estado exige resultados por medio de las evaluaciones externas (Saber, Pisa, avancemos.) Las instituciones del país buscan tener un posicionamiento en cuanto a estos. La institución Educativa José Antonio Galán no cuenta con un proceso de integración de componentes curriculares articulada y soportada en los documentos que ha aporta para el presente análisis de su currículo.

Revisión documental de los proyectos pedagógicos productos

No se evidencia dentro de los documentos aportados la integración de los proyectos pedagógicos productivos con el plan de estudios, de área y de aula, se pretende un currículo globalizante (desde el P.E.I) pero no se deja evidencia del mismo, no hay una metodología establecida que evidencie la inserción de los ejes temáticos de las áreas y asignaturas, con los objetivos y los alcances de los proyectos.

Las competencias específicas y laborales están acordes con el perfil del estudiante que pretende formar la institución, sin embargo, al no existir documentos unificados de planeación y organización del plan de estudios, no es clara la forma como se integran esta competencia al proceso educativo.

La institución debe contar con unos documentos, formatos y políticas claras de administración del currículo, planes de estudio, área y aula, que permitan a los docentes que llegan a laborar por primera vez a la misma, tengan una orientación clara y unas líneas de apoyo a los procesos que permitan alcanzar las metas propuestas dentro del P.E.I

Dentro de la revisión documental no se evidencias anexos que den cuenta de avances, evaluación o adecuaciones realizadas al P.E.I o el currículo en general, lo cual es necesario hacer por lo menos una vez al año, con el fin de adaptar el proceso educativo a nuevas realidades posibles, o a aquellas que por algunas circunstancias no habían sido tenidas en cuenta.

Los proyectos pedagógicos, en este caso deben ocupar un lugar preponderante, por el carácter que la Institución establece en su P.E.I, sin embargo, al revisar algunos planes de área aportados por los docentes, no se nota una transversalizaciòn entre los

ejes temáticos de las áreas y estos. Un proyecto pedagógico aporta conceptos prácticos, procesos y aprendizajes contextualizados a las áreas del conocimiento, estos deben ser aprovechados en los procesos de formación y en la generación de conocimiento.

Revisión del componente comunitario (saberes ancestrales)

Los saberes ancestrales de la comunidad, no se ven integrados en el proceso educativo, todos esos conocimientos particulares que tienen los miembros de la comunidad, se deben insertar en el proceso educativo, contextualizándolo e integrándolo con la comunidad humana a la que atiende, el plan de estudios y el currículo en general se puede nutrir de estos saberes y buscar la forma de integrarlos al aula de clases, mediante unos los planes de área y aula que permitan una integración de los contenidos académicos y los saberes tradicionales, con el fin de fortalecer la cultura regional.

El diseño de un calendario agrícola permite a las instituciones una mejor administración del currículo, la dosificación de las actividades académicas y el apoyo a las actividades productivas de la región, dentro de los documentos revisados no se encontró un calendario agrícola de la región, este establece los tiempos de mayor producción y los de escases, lo cual permite a la institución tomar decisiones acerca de la dosificación de las actividades escolares durante el año escolar.

No se establece la existencia y funcionalidad de las comunidades de aprendizaje, las cuales son de vital importancia en el estudio, evaluación y avances del P.E.I y todos sus componentes, los docentes reunidos ponen su capacidad intelectual al servicio de la institución y la comunidad educativa en búsqueda de un mejoramiento continuo de los procesos.

Dentro del P.E.I se establecen los objetivos por ciclos, o conjunto de grados, más no se especifican los objetivos por grados y por áreas, no se relacionan los objetivos de los proyectos pedagógicos y su relación con las competencias laborales, no se establece una relación de los proyectos pedagógicos con el entorno en el que se desarrollan y su relación con la comunidad educativa.

Como aporte de los resultados de esta investigación se realiza la siguiente propuesta:

Propuesta para el avance y ajustes del proceso educativo en la institución educativa José Antonio galán de Florencia Caquetá.

De acuerdo a los hallazgos en el proceso de revisión documental de la Institución Educativa José A. Galán se han establecido las siguientes necesidades que se deben suplir en búsqueda de un mejoramiento del currículo institucional y de los procesos que la Institución desarrolla en general.

1. Se hace necesario realizar ajustes al P.E.I en cuanto al horizonte institucional, la misión, la visión, los perfiles y la filosofía institucional, con el propósito de proyectar la institución durante otro decenio y fortalecer los procesos de formación y proyecto

de vida de los estudiantes.

a. Establecer dentro del P.E.I el perfil del egresado, es decir el tipo de individuo que se desea entregar a la sociedad y su posibilidad de adaptarse al entorno productivo y social de la región, del país y de la comunidad global.

b. Generar dentro del P.E.I los espacios y mecanismos de integración y participación activa de la comunidad educativa en el proceso educativo, conformación de mesas de trabajo para la revisión y ejecución del P.E.I, integración de los saberes ancestrales en los planes de estudio, proyección y servicios de la institución a la comunidad.

c. Diseño y ejecución de un plan de mejoramiento institucional participativo, donde todos los actores de la comunidad educativa aporten al mejoramiento de los procesos institucionales.

2. Revisión y ajustes al plan de estudios de la Institución, se hace necesario que el consejo académico en primera instancia realice una revisión de la pertinencia y los alcances del plan de estudios Institucional, su reestructuración y resignificación dependen de un estudio profundo de la realidad actual de la institución, del entorno socioeconómico y de los profundos cambios que se han presentado a través del tiempo y los fenómenos como la pandemia por COVID 19 y el proceso de reactivación económica en todo el mundo.

a. Los proyectos pedagógicos productivos realizados en esta institución tiene un valor pedagógico, didáctico y de contextualización del proceso educativo, que debe ser tenido en cuenta como un valor agregado de la Institución, estos se deben convertir en la columna vertebral del proceso educativo, buscando una transversalización funcional con todas las áreas de aprendizaje, para esto se hace necesario integrar los planes de área y aula a los contenidos y procesos realizados en cada proyecto productivo.

b. Se debe realizar un proceso de integración de componentes curriculares, las mallas de aprendizaje(MEN) son un insumo de gran valor para este proceso, se deben organizar y orientar las comunidades de aprendizaje, conformadas por los docentes de las áreas, con el fin de apoyar al consejo académico en el proceso de avances y ajustes del plan de estudios, todo este proceso debe partir de la capacitación de los docentes en el proceso de integración de componentes curriculares, esta se puede realizar de forma virtual por medio del curso digital (EICC MEN), una vez capacitados, pueden establecer los formatos de mallas de aprendizaje que se puedan adatar a la realidad institucional, integrando los referentes de calidad y los objetivos y metas trazados por la institución en la adaptación del currículo al entorno, por ejemplo: la malla debe establecer la transversalidad entre las áreas del currículo y los objetivos y competencias trazadas en los proyectos pedagógicos productivos.

c. Dentro del currículo, los planes de estudio, área y aula, se debe buscar la forma de integrar los saberes ancestrales, los rasgos culturales y las tradiciones

de la comunidad que se atiende mediante el proceso educativo, esto solo se logra cunado se realiza un trabajo profundo de caracterización de la población y se realizan las encuestas de satisfacción relacionadas con el proceso, estos insumos ayudaran a la institución a tomar decisiones en cuanto al reenfoque de su quehacer curricular.

d. Se deben unificar los formatos de plan de estudios, de área y aula, con el fin de que todos los docentes tengan referentes de calidad que oriente su labor en cada una de las áreas del conocimiento, los formatos ayudan a organizar la información, a que esta permanezca en el tiempo y se puedan realizar ajustes y avances con mayor facilidad. También permite a los docentes que ingresan por primera vez a la institución sigan una línea de desarrollo que ya están trazadas y no estén desorientados en el proceso curricular que desarrolla la Institución.

e. Establecer un currículo dialogante, es decir que se nutre de la opinión y participación de todos los componentes de la comunidad educativa, de los directivos, que deben administrar el currículo, de los docentes que lo deben ejecutar, de los estudiantes a quien ese currículo debe formar, fortalecer y servir en su vida cotidiana, a los padres de familia que esperan que el proceso de formación sea el mejor para sus hijos, para su proyecto de vida , para el sector productivo que encontrara en los egresados de la institución fuerza productiva.

3. Los planes de aula deben reflejar el modelo pedagógico que plantea el P.E.I, esto no se ve reflejado en los planes de área y aula, debido a que no hay una organización y estructuración de estos mediante formatos unificados de carácter institucional, las comunidades de aprendizaje y el consejo académico deben liderar un proceso de revisión y ajustes de los procesos en las áreas y en el aula que reflejen el modelo pedagógico que la Institución pretende desarrollar, mediante un enfoque Social Critico. En este sentido, los elementos orientadores sugeridos para la revisión del plan de área:

---

1. Justificación o enfoque del área.
2. Objetivos y metas de aprendizaje
3. Marco Legal
4. Marco teórico.
5. Marco contextual
6. Marco conceptual
7. Diseño Curricular.
8. Metodología
9. Recursos y ambientes de aprendizaje
10. Evaluación.
11. Actividades de apoyo para estudiantes con dificultades en su proceso de aprendizaje
12. Articulación con Proyectos Transversales

13. Articulación con modelo pedagógico

Tabla 1 - Guía de fortalecimiento curricular – Estado del plan de área.

Nota. Fuente: Guía de fortalecimiento curricular (PICC-MEN).

Planteamiento Metodológico para su la implementación

1. La Institución puede organizar comisiones lideradas por el rector y docentes con conocimiento en desarrollo curricular, con el fin de que realicen una revisión documental contextualizada, se sugiere tener conformado los siguientes equipos de trabajo:

    1. El Consejo Académico ya existente.

    2. Los Coordinadores o líderes de área de lenguaje, matemáticas, docente de los proyectos pedagógicos productivos y el docente del PTA.

    3. Docentes de grado tercero y quinto.

    4. La Comunidad de Aprendizaje de la institución.

2. Una vez realizada la revisión documental (propuesta), las comisiones podrán presentar la propuesta para los ajustes y avances del P.E.I, el currículo entre otros aspectos de la marcha institucional.

3. Las propuestas pueden ser revisadas por el consejo académico y directivo para viabilizar su aplicación.

4. Se puede conformar una comisión de redacción y procesos legales de aprobación.

5. Las comisiones conformadas pueden desarrollar sus actividades durante cada vigencia.

6. A estas comisiones se pueden integrar estudiantes, exalumnos, padres de familia e integrantes del sector productivo.

a. Anexo: documentos sugeridos para la innovación curricular (PICC) y formatos utilizados para la revisión documental.

    1. Plan de integración de componentes curriculares (PICC).

    2. Análisis del sistema institucional de evaluación del estudiante.

    3. Análisis del PEI

    4. Revisión de los componentes del plan de estudios.

Etapas sugerentes para lograr los resultados de la innovación curricular

Etapa 1

Organización de comisiones de trabajo: En esta etapa se busca determinar los actores que harán parte del proceso de revisión, ajustes, adecuaciones de los procesos y redacción de los documentos.

Para tal función se debe buscar motivar a los docentes y personal capacitado para esta función por parte de los directivos y contar con el personal que esté interesado en el desarrollo de dichos procesos.

Etapa 2

Capacitación: En esta etapa se busca que los integrantes de las comisiones tengan el conocimiento necesario para abordar los temas de su labor, conocer del P.E.I, el currículo y sus componentes tanto a nivel general como de la institución. Si ya cuentan con el personal capacitado suficiente, esta etapa puede ser suprimida, de lo contrario se puede buscar asesoría externa con las Secretarías de Educación.

Etapa 3

Re contextualización del entorno y la comunidad: En esta etapa mediante encuestas de clima escolar, satisfacción entre otras, frente a los procesos de la institución, serán el punto de partida para una nueva interpretación del entorno en el que se desarrolla el proceso educativo, lo cual permite establecer oportunidades de mejoramiento. Es de vital importancia diseñar un estudio o análisis sociodemográfico de la comunidad educativa, ya que de este parte el proceso de ajustes en contexto.

Etapa 4

Lectura y análisis de los documentos y los procesos institucionales: en esta etapa las comisiones destinadas inician un proceso ordenado de lectura y de análisis de los documentos y procesos de la institución y buscan adecuarlos a las nuevas realidades encontradas de acuerdo a la contextualización que ya se ha desarrollado en la etapa 3. La comisión de redacción inicia su proceso de documentar los nuevos procesos y generar los textos ajustados de acuerdo al planteado por la comisión de revisión.

Etapa 5

Presentación de resultados a la comunidad y discusión de los contenidos: En esta etapa la comisión de revisión presenta un informe general de los hallazgos y los ajustes realizados a los documentos y procesos, una vez presentados se abre un espacio de discusión para fortalecer estos ajustes, la comisión de redacción recoge los aportes de la comunidad al proceso realizado.

Etapa 6

Etapa de aportes de la comunidad: Se debe realizar una serie de reuniones donde se den a conocer los ajustes que se han realizado a los documentos y procesos de la institución, con el fin de que estos muestren su acuerdo o desacuerdo con los mismos y puedan aportar sus puntos de vista frente a los mismos. La comisión de redacción incluye los aportes de la comunidad y realiza las reformas a que haya lugar dentro de los textos o procesos.

Etapa 7

Aprobación y procesos de ley: La comisión presenta todo el proceso documentado al Consejo Directivo, el cual es el máximo órgano encargado de la aprobación y ejecución

de los ajustes realizados. Una vez aprobado por el Consejo académico y levantadas las actas, acuerdos y resoluciones respectivas, se debe pasar a la etapa de divulgación.

Etapa 8

Etapa de divulgación: En esta etapa la Institución debe buscar los medios, recursos y didáctica necesaria para dar a conocer los ajustes realizados tanto a nivel documental como de procesos, a toda la comunidad educativa.

Para la revisión de los componentes del P.E.I y realizar los ajustes y adecuaciones necesarias se sugiere utilizar algunos formatos que aquí se les prestan, los cuales pueden ser adaptados, o en su defecto se pueden utilizar los que a bien tenga la institución, estos solo pretenden ser una guía para el proceso.

DISCUSIÓN

Según el diccionario de la Real Academia Española la discusión es: es el proceso mediante el cual se relaciona los resultados de una investigación con otros ya existentes, realizando comparaciones y conexiones teóricas.

Partiendo de esta premisa, la presente investigación busca evaluar y analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural: una evaluación desde el plan de integración de componentes curriculares de la institución educativa José Antonio Galán, ubicada en el corregimiento el San pedro municipio de Florencia Caquetá.

A continuación, se observan diferentes investigaciones que mencionan los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural desde el plan de integración de componentes curriculares, contrastados con los hallazgos encontrados en los resultados del análisis el currículo de la institución educativa de estudio.

En los resultados del trabajo se pudo apreciar con relación a la revisión del plan de estudios, que éste no cuenta con una estructura común de orientación a los docentes en el quehacer de la Institución educativa. Así mismo, los criterios de manejo del plan de área no atienden a una política institucional, regulada por unos formatos, líneas de diseño y aplicación claras; evidencia de la necesidad de actualizar el currículo para la pertinencia, Lafrancesco, (2011) y Palomino (2017). Aluden como una estrategia para implementar es la innovación curricular la cual tiene relación con, mediar, trasformar y facilitar el proceso de enseñanza/aprendizaje. Para esto es necesario una evolución, considerada en pasos en el rediseño curricular, acuerdos o fundamentos y modificación estructurales, desarrolladas en función de las políticas y normatividades vigentes, establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y la institución educativa en un contexto determinado. Estas normativas se resumen de la siguiente manera: rediseño curricular, ajustes curriculares y actualizaciones (innovación curricular, MEN). Estos cuatro últimos elementos son necesarios implementar en la institución educativa de estudio, para la innovación curricular la cual permitirá atender a las necesidades de la comunidad educativa.

Por otro lado, se observó la carencia en el P.E.I de una metodología establecida para la evaluación y avances del plan de estudios, de igual manera, no se evidencia anexos que den cuenta de avances, evaluación o adecuaciones realizadas al P.E.I, con relación a esta necesidad encontrada, Vázquez (2015) habla sobre el diseño y la evaluación curricular, este recomienda en sus escritos una continua evaluación del currículo y resalta la importancia de estar acondicionado al tiempo actual y las necesidades del contexto..

Por otro lado, se constató la necesidad de generar mecanismos de participación de la comunidad en la gestión, articulación y avances del plan de estudios y del currículo en general en el P.E.I, se nombra el componente comunitario con gran importancia, pero en los planes de área y de aula no se nota la participación e inclusión de las características culturales y sociales de este grupo humano que permitan la integración regional al proceso educativo. En consonancia a lo encontrado anteriormente, Varguillas, Ribot, Báez (2016), Arias y Llambi, (1997) y Baneutt, (1999), hacen referencia al currículo contextualizado a la realidad vivida y la cultura de la comunidad educativa, esto es de vital importancia para orientar una educación pertinente y significativa y de esta manera crear procesos de aprendizajes propios de su entorno.

Así mismo, Loreto-Franco (et al., 2020) considera que, es importante implementar la inteligencia social en los diseños curriculares y sus aportes al fortalecimiento de habilidades prosociales, considerando las características y necesidades propias de zonas rurales para este caso en especial. Para que los saberes ancestrales de la comunidad, se vean integrados en el proceso educativo, todos esos conocimientos particulares que tienen los miembros de la comunidad, se deben insertar en el proceso educativo, contextualizándolo e integrándolo con la comunidad humana a la que atiende, el plan de estudios y el currículo en general se puede nutrir de estos saberes y buscar la forma de integrarlos al aula de clases, mediante unos los planes de área y aula que permitan una integración de los contenidos académicos y los saberes tradicionales, con el fin de fortalecer la cultura regional, por ende, los proyectos pedagógicos productivos de la institución educativa (porcicultura, avicultura, lombricultivo…)son la mejor alternativa para integrar todos estos saberes mencionados y fortalecer habilidades prosociales.

Y como lo confirma Buitrón “el curriculum es una expresión cultural dentro de una Institución que engloba, creencias, valores, ideologías, conocimientos, experiencias como parte de un todo, es decir como parte de una sociedad cambiante ante las necesidades de un mundo que demanda gente más adaptada a las circunstancias sociales, políticas y económicas que imperan”. (Buitrón, 2002). Asimismo, Varguillas, Ribot, Báez (2016), aluden a la necesidad de contextualizar el currículo para dar respuestas a las necesidades educativas reales del territorio, con capacidad para reaccionar ante la diversidad y heterogeneidad naturales del contexto, haciendo de la escuela cuestión socialmente viva, promoviendo la interculturalidad. nuevamente se ve la necesidad de la integración de los proyectos pedagógicos productivos (piscicultura, avicultura, porcicultura, lombricultivo,

caficultivo, ornato y huerta escolar) en el plan de aula y área y así crear un currículo pertinente y contextualizado a las necesidades de la comunidad de Norcasía corregimiento del San Pedro.

Un proyecto pedagógico Productivo aporta conceptos prácticos, procesos y aprendizajes contextualizados a las áreas del conocimiento, estos deben ser aprovechados en los procesos de formación y en la generación de conocimiento. No se evidencia dentro de los documentos aportados la integración de los proyectos pedagógicos productivos con el plan de estudios, de área y de aula.

A partir de lo anterior y en términos de autores como, Boix, R. (2014, pág. 24,89,97), Juárez, (2018), Cadavid, (2018) y Bolaños (2016), la educación para la ruralidad en una dimensión territorial, con una construcción social ruralizada, sin homogeneizar los aprendizajes con la urbanidad, siendo que tiene características distintivas, con un valor cultural y pedagógico de la escuela rural.

Finalmente, La integración de componentes curriculares es un reto para la institución educativa de estudio y para todas las instituciones rurales, hacer uso de los referentes de calidad y adaptarlos a las necesidades educativas de los estudiantes y las comunidades en general es una necesidad apremiante. Para Pérez (1997) el currículo es multi-direccional, Por su parte Baneutt (1999) hace referencia a la ruralidad latinoamericana entendida como un proceso articulado de lo la estructura social, económico, el medio ambiente, la conformación sociocultural y las estructuras político- estructurales, partiendo de estas concepciones el currículo rural no puede ser descontextualizado del entorno general, porque está correlacionado integralmente.

CONCLUSIONES

Después de realizarse el proceso de investigación y análisis de los resultados obtenidos y la discusión, a continuación, se procede a presentar las conclusiones del estudio.

La construcción de resultados de la Investigación: en la propuesta Los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en el Sector Rural: una Evaluación desde el Plan de Integración de Componentes Curriculares de la Institución Educativa José Antonio Galán, utilizó como estrategia la Investigación Documental, que ha permitió el desarrollo del análisis crítico y reflexivo, a través de la interpretación y confrontación de los informes y documentos curriculares recogidos los cuales generaron lo siguiente:

En primera instancia, dio respuesta a la pregunta de Investigación:

¿Cómo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sector rural, mediante el plan de integración de componentes curriculares de la Institución educativas rurales del municipio de Florencia Caquetá?

En la formulación de la Propuesta, dejándola estructurada en 5 fases, para ser

autorizada e implementada por el Colegio, en un tiempo considerado y autorizado por el consejo académico y directivo de la institución.

La propuesta invita a la Comunidad Educativa para desarrollar una evaluación desde el plan de integración de componentes curriculares y su desarrollo compete a la comunidad educativa en general. Por lo tanto, requiere del compromiso, interés y participación de cada uno de sus miembros de la comunidad.

La propuesta para ser implementada fue basada en los aportes de teóricos sobre el tema, en la medida de orientar a la comunidad en una posible alternativa para la innovación curricular, ya que es una propuesta que compromete a todos los miembros del Colegio. La implementación dependerá de la aceptación de la propuesta en previa socialización con la comunidad educativa.

Los temas a tratar en la propuesta de investigación, tienen una relación directa, con el currículo, sus componentes teóricos-prácticos, innovación curricular y el plan de integración de componentes curriculares.

Por otro lado, es importante tomar en consideración algunas oportunidades de mejora con el propósito organizar algunos elementos del currículo. Las razones que motivan las recomendaciones son pertinentes, pues se fundamentan en la experiencia de intervención, los hallazgos identificados, y las necesidades puntuales que se pretende atender desde estas observaciones:

- Que las directivas de la institución (consejo académico y directivo) permitan los espacios para realizar la socialización e implementación curriculares requeridas que den respuesta a las necesidades del contexto.
- Que los docentes del Colegio atiendan esta propuesta con la convicción de que es posible una Evaluación desde el Plan de Integración de Componentes Curriculares, propuesto como una herramienta que facilita la innovación curricular.
- La Propuesta puede ser un punto de inicio para el mejoramiento de los procesos de enseñanza/aprendizaje en la institución educativa José Antonio Galán y una referencia para instituciones del sector rural que presentan una igual realidad educativa.
- Que las directivas de la institución (consejo académico y directivo) permitan los espacios para realizar la socialización e implementación curriculares requeridas que den respuesta a las necesidades del contexto.
- Que los docentes del Colegio atiendan esta propuesta con la convicción de que es posible una Evaluación desde el Plan de Integración de Componentes Curriculares, propuesto como una herramienta que facilita la innovación curricular.
- La Propuesta puede ser un punto de inicio para el mejoramiento de los procesos de enseñanza/aprendizaje en la institución educativa José Antonio Galán y una referencia para instituciones del sector rural que presentan una igual realidad educativa.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios porque nos da la sabiduría para poder realizar esta investigación, y a quien hemos dedicado nuestros talentos por el bienestar común; por permitirnos desarrollar esta investigación.

Agradecemos a nuestra asesora Lady Bell por su compromiso con nosotras.

Agradecemos y dedicamos este logro a nuestra familia que con su cariño y esfuerzo hemos podido llegar hasta este momento tan importante y satisfactorio como es terminar este artículo

REFERENCIAS

Arias, F. (2012) El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 4ta edición. Editorial Episteme

Cáceres Mesa, M., Pérez Maya, C., & Cruz Chong Barreiro, M. (2017). El currículo en el ámbito de la renovación. Reflexiones desde la teoría curricular. Revista Conrado, 13(59), 239-248. Recuperado de http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado

Díaz Torres, E. (2020) Educación rural y desarrollo social en Colombia. Sinopsis Educativa Revista Venezolana de Investigación Año 20 Nº Especial Septiembre: 2020, 29-37. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Santos, Y. (2010). *¿CÓMO SE PUEDEN APLICAR LOS DISTINTOS PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA A LA CULTURA FÍSICA Y EL DEPORTE? 11*, 10.

Sacristan, J. (2010). *¿Qué significa el currículum?* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2010000100009

Giarracca, N. (2009). *¿UNA NUEVA RURALIDAD EN AMÉRICA LATINA?*

Noguera, C. (2017). *Alfredo Veiga-Neto y los estudios foucaultianos en educación*. Universidad Pedagogica Nacional.

Cuellar Medina, Y. (2013). *Análisis de la prestación del servicio educativo rural durante el periodo 2002-2011 en el Municipio de Florencia (Caquetá Colombia)* [Tesis/Trabajo de grado - Monografía - Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.

Dulzaides, M., & Molina, A. M. (2004). Análisis documental y de información: Dos componentes de un mismo proceso. *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso*, *12*, 8.

MEN. (2005). *Bilingüismo: Estrategia para la competitividad.* https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-97497.html

DANE. (5d. C.). *Censo general 2005* [Censo]. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1

DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario 2014.* https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014

Tovar, M. C., & Sarmiento, P. (2011). *Colombia Médica*. *42*, 3.

MEN. (s. f.). *CONOZCA EL PROGRAMA NACIONAL DE BILINGÜISMO*. 2018. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/colombiabilingue/86689

Constitución Política de Colombia de 1991, Pub. L. No. 64 y 65. http://www.constitucioncolombia.com/

Lopéz, C. (2021). *CONSTRUYENDO CAMINOS PARA LA EDUCACIÓN RURAL EN COLOMBIA*. 3.

MEN. (2012). *Curriculo*.

Morera, W. (s. f.). *Currículo en los aprendizajes de los niños de la escuela rural: Garantía al Derecho a la Educación*. https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/viei/article/view/3281/3777

MEN. (2012). *CURRÍCULO:* https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79413.html

Sanz Cabrera, T., Pérez, M., Hernández Díaz, A., & Hernández Fernández, H. (2003). *Curriculum y formación profesional*. Departamento de Ediciones e Imprenta ISPJAE - CUJAE.

Decreto 1290 de abril 17 de 2009, (2009).

Decreto 1860 del 3 agosto de 1994, 33 (1994).

Garcia, R., & Parra, J. M. (2010). *Didáctica e innovación curricular*. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/65147

Galeano M, M. E. (2003). *Diseño de proyectos de invetigación cualitativa* (Vol. 1). Fondo Editorial Universidad EAFIT. https://books.google.com.co/books?id=Xkb7 8OSRMI8C&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Mar%C3%ADa+Eumelia+Galeano+M.%22&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Buitron Morales, N. (2002). *El curriculum: Un acercamiento profundo al término y los desafíos que presenta en las instituciones educativas*. *26*.

El decreto 230 del 11 de febrero de 2002, derogado por el 1290 del 2009, § 3 (2009).

Pallares, D., Herrera, M., & Payares, A. (2020). *El plan de integración de los componentes curriculares como estrategia en el acompañamiento situado y la formación docente en el programa educativo ministerial (PTA)*.

Díaz, A. (1996). *Ensayo 1—Ensayos sobre la problemática curricular—Angel Diaz*. https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-pedagogica-nacional-mexico/teoria-curricular/ensayo-1-ensayos-sobre-la-problematica-curricular-angel-diaz-barriga/8127951

MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguas Extranjeras: Inglés*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-115174_archivo_pdf.pdf

Perillla, S. J. A. (s. f.). *Estrategias de diseño curricular desde antecedentes y exigencias contextuales* (Vol. 1). http://hdl.handle.net/11232/1540

Brovelli, M. (2001). *Evaluación curricular. 2*. https://www.redalyc.org/pdf/184/18400406.pdf

Pedro, D. (2013). *Evaluación curricular. 27*(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412013000200001#:~:text=Evaluar%20el%20curr%C3%ADculum%20supone%20poner,tiempos%20y%20espacios%2C%20entre%20otros.

Universidad Piloto. (2018). *Evaluación curricular*. https://www.unipiloto.edu.co/descargas/Evaluacion-Curricular.pdf

Martinrz, D. (2020). *Experiencias de Profesores(as) de Matemática sobre la Evaluación en el contexto de la ruralidad: Quitar máscaras para mostrar caras auténticas* [Universidad de Antioquia]. http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18230/1/Mart%c3%adnezDerly_SernaJ%c3%a1der_ArrublaJuli%c3%a1n_2020_Evaluaci%c3%b3nMatem%c3%a1ticaRuralidad.pdf

ANF. (2004, agosto 3). FAO y UNESCO iniciaron campaña de educación rural en América Latina. [Revista]. *ANF Agencia de Noticias Fides*. https://www.noticiasfides.com/economia/fao-y-unesco-iniciaron-campana-de-educacion-rural-en-america-latina-99874?__cf_chl_managed_tk__=pmd_8kq86DF9OsBB1NvS3BulpG.Kb1JDz4HIL_gpNvi776E-1630959796-0-gqNtZGzNAyWjcnBszQi9

GESTIÓN CURRICULAR EN LA NUEVA RURALIDAD. (2021). https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/oferta_academica/1ac73341924fc4167c02c98af470ca04.pdf#page=36

MEN. (2016). *GUÍA DE FORTALECIMIENTO CURRICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS APRENDIZAJES EN LOS EE*. http://sedboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2017/04/guia-fotalecimiento-curricular.pdf

Guia para forar un proyecto institucional PEI. (2018). http://www.minedu.gob.pe/pdf/proyecto-educativo-institucional.pdf

Palma, F. (2016). *Innovación curricular: Un proceso dinámico que busca mejorar estratégicamente la formación de los estudiantes*. 3.

Carrero, M. L., & Gonzalez, aria F. (2016). La educación rural en Colombia: Experiencias y perspectivas. *Praxis Pedagogica*, 78.

Ley General 115 de 1994, Pub. L. No. El capítulo 4 del TITULO III (1994).

Ley General de Educación, Ley 115 de 1994, Pub. L. No. 115 (1994). file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ANEXO%202.pdf

Díaz, F. (2010). *Los profesores ante las innovaciones curriculares. 1*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-28722010000100004&script=sci_arttext

ViceRectoria. (2015). *Manual de Innovación y Evaluación Curricular*. https://www.uvm.cl/wp-content/archivos/manual-innovacion.pdf

MEN. (2012). *Manual para la Formulación y ejecución de Planes de Educación Rural Calidad y equidad para la población de la zona rural*. 112.

Margalef, L., & Arenas, A. (2006). *MARGALEF GARCÍA, LEONOR; ARENAS MARTIJA, ANDONI ¿QUÉ ENTENDEMOS POR INNOVACIÓN EDUCATIVA? A PRÓPOSITO DEL DESARROLLO CURRICULAR Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*. 13-31.

MEN. (2001). *Más campo para la educación rural* (Investigativo N.º 2; Al Tablero). Ministerio de Educación Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87159.html

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2016). *Metodologia de la Investigación* (sexta). http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf

MEN. (2017). *Ministerio de Educación Nacional*. https://iedjesusdenazaret.files.wordpress.com/2018/05/abc-de-la-eicc.pdf

MEN. (2018). *Plan Especial de Educación Rural (PEER)*.

MEN. (2018). *PLAN ESPECIAL DE EDUCACIÓN RURAL HACIA EL DESARROLLO RURAL Y LA CONSTRUCCIÓN DE PAZ* (p. 7). https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-385568_recurso_1.pdf

Santos, L. E. (2013, octubre 8). *PROGRAMA ÚNICO O DIFERENCIADO: ESPECIFICIDAD CURRICULAR DE LA ESCUELA RURAL URUGUAYA*. 2.

Díaz, B. (1017). *Proyecto de Educación Rural PER*. MEN. https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-329722.html?_noredirect=1

Acero, O., Briceño, A., Orduz, M., & Tuay, R. (2021). *Realidades de la educacion rural en Colombia, en tiempos de covid- 19*. 17.

CAPÍTULO 22

PRESENCIA DE *Diaphorina citri* VECTOR DEL HUANGLONGBING (HLB) EN EL ESTADO DE VERACRUZ: UNA REVISIÓN

Data de aceite: 02/05/2022
Data de submissão: 22/04/2022

Benito Hernández-Castellanos
Facultad de Biología, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0001-6475-5232

Julio César Castañeda-Ortega
Facultad de Biología, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0003-2663-9155

Araceli Flores-Aguilar
Maestría en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz, México

RESUMEN: *Diaphorina citri* Kuwayama es el vector de la bacteria *Candidatus* Liberibacter spp. asociada al Huanglongbing (HLB), enfermedad devastadora de la citricultura. *D. citri* es un insecto de reciente introducción en México, que se ha extendido ampliamente en la mayor parte del país. El estado de Veracruz, es el principal productor de cítricos como naranja toronja y limón lo que da empleos a más de 200,000 familias de agricultores en la zona, los cuales se ven en riesgo por la presencia de este psílido. En Veracruz tradicionalmente se ha optado por el manejo químico de esta plaga, sin embargo, este ha demostrado su poca eficacia, debido a esto es necesario generar alternativas que solucionen esta problemática que amenaza a la principal zona productora de cítricos del país.

PALABRAS CLAVE: *Diaphorina citri*, dragón amarillo, Veracruz, Huanglongbing.

1 I INTRODUCCIÓN

El psílido asiático de los citricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama en la actualidad es la plaga más importante que enfrenta la citricultura, ya que transmite las especies de *Candidatus* Liberibacter asociados a la enfermedad de enverdecimiento de los cítricos o Huanglongbing (HLB) (Grafton-Cardwell et al., 2013). A la fecha, todos los cítricos comerciales son susceptibles, sin embargo, la naranja dulce, limón, mandarina y el tángelo son las especies más afectadas (Knapp et al., 2004; Gottwald et al., 2007). A nivel mundial *D. citri* posee una amplia distribución, se encuentra en América, Asia y Oceanía (Narouei-Khandan et al., 2015; Meng et al., 2018). Su propagación ilustra el potencial de la plaga para adaptarse y establecerse en nuevas regiones citrícolas del mundo que poseen diferentes condiciones ambientales. A pesar que *D. citri* son volantes débiles, se mueven grandes distancias principalmente por el viento y la actividad humana, especialmente por el traslado de material vegetal infestado (Knapp et al., 2004).

Los cítricos constituyen uno de los grupos frutales de mayor importancia. La alta demanda

y el rápido desarrollo de la tecnología produjo su expansión en el comercio internacional, aumentando el consumo y sus derivados (Liu et al., 2012). Los cítricos son un cultivo de gran importancia para el mundo. La producción mundial es superior a los 100 millones de toneladas anuales (Restrepo-García y Soto-Giraldo, 2017). En Latinoamérica, la citricultura es considerada una de las actividades del sector primario más importantes, por su impacto económico y social y en la creación de empleo, en donde México destaca en producción y ocupa el cuarto lugar a nivel mundial (SIAP, 2020).

La citricultura en México se ha visto afectada por la llegada del Huanglongbing (HLB) considerada una de las enfermedades más devastadora y letales de la citricultura en el mundo (Bové, 2006). De acuerdo con los datos oficiales en México, el HLB representa una seria amenaza para las 549 mil hectáreas de cítricos establecidas en el país, lo que significa una producción de 7 millones de toneladas anuales, con valor de 465 millones de dólares. El principal estado productor de cítricos en México es Veracruz, con 227,352 hectáreas (Salcedo *et al.,* 2012). *D. citri* es un insecto muy persistente, y sobrevive a una amplia gama de temperaturas extremas que van desde los 45°C en climas áridos hasta los -7°c en zonas húmedas subtropicales. Las ninfas se desarrollan bien durante la temporada de frio y en las primaveras húmedas, aunque en las zonas tropicales la sobrevivencia de las ninfas es más baja, por lo tanto, las poblaciones del psílido se reducen por el efecto combinado de calor y humedad (Garnier y Bové, 2000).

2 I DESARROLLO

El Huanglongbing (HLB)

El enverdecimiento de los cítricos o Huanglongbing (HLB), es considerada internacionalmente la enfermedad más peligrosa de los cítricos. El agente causal del HLB es la bacteria '*Candidatus* Liberibacter", la cual es transmitida por el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) (Halbert y Núñez, 2004). El HLB se asocia con tres especies *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Ca.* L. africanus y *Ca.* L. americanus (Haapalainen, 2014). Recientemente se reportó *Ca.* L. Caribbeanus, una nueva especie en Colombia posiblemente asociada también a la enfermedad (Keremane et al., 2015). Los *Ca.* L. son parásitos obligados de plantas y psílidos, solo pueden multiplicarse dentro del huésped, son bacterias gram negativas incapaces de crecer en medios de cultivo (Haapalainen, 2014: OIRSA, 2015). Estos organismos pertenecen a la clase Alphaproteobacteria, del orden Rhizobiales y de la familia Rhizobiaceae (Palomo et al., 2017). *Ca.* L. africanus se encuentra solamente en África, *Ca.* L. asiaticus posee una distribución más amplia, está presente en todos los demás países y *Ca.* L. americanus únicamente se encuentra en Brasil. Los *Ca.* L. se transmiten naturalmente por *Trioza erytreae* en África y *D. citri* en Asia y América (Teixeira et al., 2005).

El primer registro de HLB es incierto, aunque se presume que su origen fue en

China o India en el siglo XVIII (da Graça, 2008; Santivañez, 2013) actualmente se ha extendido en Sudamérica y Norteamérica provocando la pérdida dramática de cultivos citrícolas (COSAVE, 2017). El primer registro de HLB en América fue en el estado brasileño de Sao Paulo en 2004 (Santivañez, 2013), posteriormente fue registrado en Florida en 2005, Cuba en 2007, República Dominicana y Carolina del Sur en 2008, Georgia, Belice, Jamaica, Honduras y México en 2009, Guatemala y Nicaragua en 2010, Costa Rica en 2011, Argentina 2012, Paraguay 2013 y Colombia en 2015 (COSAVE, 2017).

Diagnosis

El diagnóstico del HLB en campo es difícil debido a la naturaleza no especifica de los síntomas, suele confundirse con otras enfermedades al provocar deficiencia nutricional (OIRSA, 2015). El desarrollo de los síntomas ocurre en un periodo de seis meses a dos años, después de la infección, en este periodo de latencia la bacteria puede propagarse antes de la detección (Grafton-Cardwell et al., 2013). *Candidatus* Liberibacter se distribuye de manera desigual en diferentes partes de la planta: en el floema de la corteza, en la nervadura central de la hoja, en frutos y diferentes partes florales (Tatineni et al., 2008). Los *Ca.* L. penetran la pared celular y tienen movimiento entre las células, ocasionando que la pared y membrana celular tengan una forma irregular y de diferente grosor (Shokrollah et al., 2010). De acuerdo con Bové (2006) y Kim et al. (2009) la infección por el patógeno causa acumulación de sacarosa y obstrucción en los poros de la célula, lo que ocasiona el bloqueo del floema, evitando la traslocación de asimilados.

Los síntomas característicos de HLB en cítricos (Fig. 1 A-D) son: hojas con manchas amarillas y moteado asimétrico, islas verdes, nervaduras gruesas, amarillas y corchosas, hojas pequeñas y efecto de orejas de conejo, los árboles presentan una caída excesiva de hojas y frutos, las frutas infectadas suelen ser pequeñas, poco desarrolladas y deformes, las semillas son abortadas, el fruto presenta una maduración irregular y el jugo es amargo lo que hace que la fruta no sea comestible. En etapas avanzadas de la enfermedad el individuo muere (OIRSA, 2015; OIRSA, 2018). Uno de los síntomas más distintivos del HLB es la presencia de brotes amarillos en algunas partes del árbol, mientras que otras permanecen sanas o asintomáticas, es decir, un árbol enfermo tendrá una apariencia sectorizada (Bové, 2006). De acuerdo con Robles-González et al. (2013) la diferencia en el grado de afectación en árboles de limón mexicano se debe principalmente al tiempo transcurrido de la infección inicial a la fecha de su cuantificación.

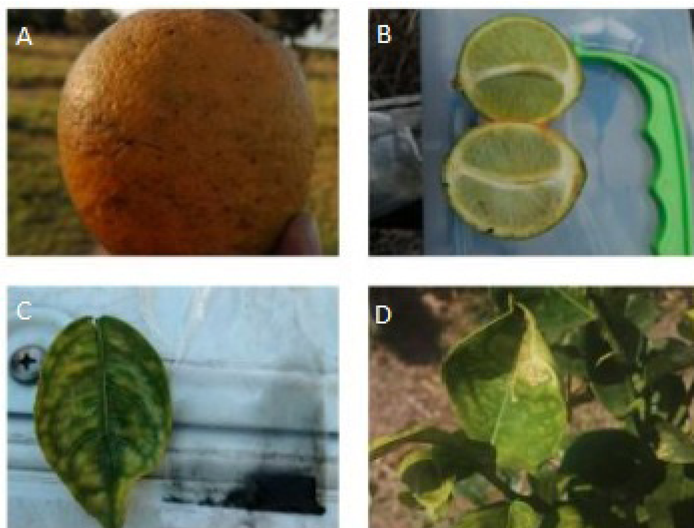


Figura 1. Síntomas presentes en cítricos positivos a HLB: A) Engrosamiento de la cascara en naranja. B) Frutos poco desarrollados y malformados por acción del HLB. C) Manchas amarillas en hojas. D) Árbol con hojas pequeñas y con efecto oreja de conejo. Imágenes: Benito Hernández Castellanos.

Presencia en México

El primer registro de HLB en México fue en junio del 2009 en la península de Yucatán (Flores-Sánchez et al., 2017) se estima que causó una reducción en el rendimiento de los árboles afectados de hasta un 50 %, lo que ocasionó graves pérdidas económicas (FAO, 2020). Para mayo del 2016 el HLB se registró en 23 estados citrícolas y 496 municipios (con el 100 % de la superficie o con al menos una detección de HLB). Las zonas más infectadas son el estado de Colima y Nayarit donde el 100 % de su superficie citrícola tiene HLB, Michoacán (87 %), Jalisco (75 %) y Zacatecas (61 %) (SENASICA, 2016; OIRSA, 2018). Actualmente se tiene reporte de la presencia de *D. citri* en prácticamente todos los estados citrícolas del país, su amplia distribución pone en problemas a toda la citricultura del país del cual dependen miles de familias mexicanas.

En México, el HLB es causado por *Ca*. L. asiaticus, que es vectorizado por *Diaphorina citri Kuwayama*. Al no existir una cura para el HLB, el manejo se ha centrado en el control del vector, sin embargo, tampoco existen métodos eficientes a pesar de las herramientas de gestión intensivas (Guidolin et al., 2014). Se han realizado estimaciones para ver el impacto de la enfermedad de HLB en México, en donde se estima que puede causar una reducción en el rendimiento del limón mexicano, aumentando la disminución de un 20% hasta el 48% en los primeros tres años; por otra parte, el daño severo por HLB en los cítricos del país puede causar la pérdida de 4 millones de trabajadores en el campo frente a un impacto bajo, y hasta 19.3 millones con un impacto alto, esto causaría un problema social en las regiones que su economía está basada en la producción (Mora et al., 2014).

HLB en el estado de Veracruz

El estado de Veracruz es el principal productor en cítricos a nivel nacional, aporta el 65% del volumen total anual de limón persa del cual se obtienen 163 millones de dólares anuales por la exportación de este producto; la superficie cosechada de este cítrico durante el 2009 fue de 35,729.62 ha, lo que generó un valor de producción de 1,035.6 millones de pesos (Almaguer y Ayala, 2016). La zona más importante de huertas comerciales se encuentra en un área agrícola cercana a la parte norte del Golfo de México, con 258, 546 hectáreas (77% del total) distribuidas en los estados de Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí y Nuevo León (SIAP, 2017).

En 2017, el estado de Veracruz, fue líder en producción de naranja y toronja con 3 067 964.60 y 206 723.30 toneladas (t) respectivamente. Asimismo, ocupó el segundo lugar a nivel nacional en producción de limón con 893109.50 t. Son más de 51,700 agricultores que se dedican al cultivo de los cítricos dando empleos directos e indirectos a más de 206,000 familias (SIAP, 2017). Los principales municipios citrícolas son Álamo Temapache, Martínez de la Torre, Cuitláhuac, Castillo de Teayo, Tihuatlán, Tepetzintla, Tuxpan, Papantla, Tres valles y Tlalixcoyan. En los últimos años la citricultura se ha puesto en riesgo por el HLB lo que amenaza la industria y economía citrícola. El estado de Veracruz es considerado zona bajo control fitosanitario, ya que el HLB se ha registrado en todos los municipios citrícolas (25 municipios entre los que destacan Acayucan, Agua Dulce, Álamo, Martínez de la Torre, Cuitláhuac, Papantla, Sayula de Alemán, Cerro Azul, etc.) además se ha reportado la presencia de *Diaphorina citri* en otras localidades como: Tepetzintlilla, Tihuatlán, Xalapa y la Isla de Cabo Rojo (Flores-Aguilar et al., 2020) lo que representa un potencial de riesgo del 50 % de la producción citrícola del País (SENASICA, 2017).

Manejo fitosanitario

En México desde el 2010 La SENASICA implementó como principal técnica para erradicar la enfermedad, una vez detectado el árbol infectado, eliminarlo desde la raíz, quemarlo y los restos deben ser enterrados para proteger a los demás árboles. Esto junto con campañas masivas en las zonas citrícolas de divulgación de la la enfermedad (Villegas y Mora, 2011). Sin embargo, esta técnica no siempre suele ser la mejor opción, ya que se han detectado que algunas plantas son asintomáticas durante los primeros meses de infección, por lo que el vector puede seguir diseminando la enfermedad a toda la población y arrasar con el cultivo (SENASICA, 2012).

La relación que existe entre el PAC y el HLB ponen en riesgo a más de 67,000 productores de cítricos tan solo para México (SENASICA, 2014). Para poner un alto a la dispersión del patógeno, han impulsado un programa gubernamental de control basado en varias estrategias, como lo son la producción y uso de plantas certificadas y la eliminación de árboles infectados, desde el momento de su detección. Sin embargo, el método más usado para el control del vector es la aplicación de productos químicos, lo cual ha traído

como consecuencia el desequilibrio ecológico, la aparición de plagas secundarias y la disminución de los enemigos naturales (Baños et al., 2015). Ante esto se prevé el posible desarrollo de resistencias a diferentes ingredientes activos considerablemente en los próximos años, como ya se ha visto en otras especies (García-Méndez, et al., 2016).

Debido a estas problemáticas se han planteado más estrategias para disminuir a *Diaphorina citri* en campo, una de estas herramientas es el control biológico, el cual consiste en el uso de enemigos naturales, ya sean depredadores, parasitoides, entomopatógenos o antagonistas, para disminuir las poblaciones de las plagas (Baños et al., 2015). Esta estrategia está siendo utilizada y evaluada en diferentes países, con resultados diferentes. Esto se debe a factores como el clima y el manejo que llevan los cultivos (Cicero-Jurado et al., 2017). Se tiene registro de por lo menos ocho especies de enemigos naturales del PAC en México, de los cuales *Olla v-nigrum* (Coleóptera: Coccinelida), *Chilocorus cacti* (Coleóptera: Coccinelida), *Cycloneda sanguínea* (Coleóptera: Coccinelida), *Nephus sp.* (Coleóptera: Coccinelida), *Pentilia sp.* (Coleóptera: Coccinelida) y *Ceraeochrysa sp*. (Neuroptera: Chrysopidae) son depredadores; *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), es el único parasitoide y el más utilizado en la industria agrícola como controlador biológico (Mann et al., 2011) también se han identificado como enemigos algunos hongos entomopatógenos (Rodríguez-Palomera et al., 2012).

3 | CONCLUSIONES

El Huanglongbing (HLB), es la enfermedad más devastadora de la citricultura a nivel mundial. Hasta el momento no se conoce ningún método de control efectivo para el vector.

Generando perdidas económicas millonarias en el sector citrícola del sureste del país, poniendo en riesgo el sustento de más de 200 familias, por lo cual resulta imperativo realizar más estudios sobre su ecología, comportamiento y fisiológicos que proporcionen información sobre sus hábitos y dispersión, lo cual favorecerá el manejo y control de este vector, transmisor de Candidatus Liberibacter agente causal del HLB.

REFERENCIAS

ALMAGUER, V. G., Y AYALA, A. V. G. Adopción de innovaciones en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Tlapacoyan, Veracruz. **Revista Chapingo Serie Horticultura** 20(1): 89-100. 2016.

BAÑOS, H., CABRERA, M., RODRÍGUEZ, H., SÁNCHEZ, A., RAMÍREZ, S., MARTÍNEZ, M. *Tamarixia radiata* Waterson (Hymenoptera: Eulophidae): agente de control biológico para la regulación de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) [Resumen] Segundo seminario internacional de sanidad agropecuaria (SISA). 2015.

BOVÉ, J. M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of plant Pathology**, 88 (1), 7–37. 2006.

CICERO-JURADO, L., LOMAS-BARRIÉ, C.T., LOEZA-KUK, E., SÁNCHEZ-BORJA, M., & ARREDONDO-BERNAL, H.C. Control del Psílido Asiático de los Cítricos mediante el parasitoide *Tamarixia radiata* en el sureste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochá. Centro de Investigación Regional Sureste. Libro Científico Núm. 1. Mérida, Yucatán, México. 2017. 63 p.

COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal). **Plan Regional de Contención del Huanglongbing de los Cítricos.** 2017. Recuperado de: http://www.cosave.org/sites/default/files/AnexoR115_PRHLB.pdf

DA GRAÇA, J. V. Biology, history and world status of huanglongbing. Memorias del Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido asiático de los cítricos. Hermosillo, Sonora. México. 2008.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). **Prioridades Regionales.** 2020. Recuperado de: http://www.fao.org/americas/prioridades/hlb/es/

FLORES-SÁNCHEZ, J. L., MORA-AGUILERA, G., LOEZA-KUK, E., LÓPEZ-ARROYO, J. I., GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M. A., DOMÍNGUEZ-MONGE, S. Y ROBLES-GARCÍA, P. Diffusion model for describing the regional spread of Huanglongbing from first-reported outbreaks and basing an area wide disease management strategy. **Plant Disease**. 101, 1119–1127. 2017.

FLORES-AGUILAR, A., LUNA-RODRÍGUEZ, M., HERNÁNDEZ-CASTELLANOS B. Y CASTAÑEDA-ORTEGA J. C. Primeros reportes de la presencia y frecuencia de sexos de *Diaphorina citri* Kuwayama en zonas del centro y norte del estado de Veracruz, México" Congreso Academia Journals–Hidalgo 2020.

GARCÍA-MÉNDEZ, V. H., ORTEGA-ARENAS, L. D., VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A. Y SÁNCHEZ-ARROYO, H. Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: liviidae) a insecticidas en Veracruz, México. **Agrociencia**, 50(3), 355-365. 2016.

GARNIER, M., Y BOVÉ, J. M. Huanglongbing in Cambodia, Laos and Myanmar. 2000. Pp. 378-380. In: J. V. Proceedings of 14th Conference IOCV, OICV, Riverside, CA.

GOTTWALD, T. R. Citrus canker and citrus huanglongbing, two exotic bacterial diseases threatening the citrus industries of the Western Hemisphere. **Outlooks on Pest Management**, 18(6), 274– 279. 2007.

GRAFTON-CARDWELL, E. E., STELINSKI, L. L. Y STANSLY, P. A. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. Annual **Review of Entomology**, 58(1), 413-32. 2013.

GUIDOLIN, A. S., FRESIA, P. Y CONSOLI, F. L. The genetic structure of an invasive pest, the Asian citrus Psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **PLoS One** 9(12), e115749. 2014.

HAAPALAINEN, M. Biology and epidemics of Candidatus Liberibacter species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. **Annals of Applied Biology**, 165(2), 172–98. 2014.

Halbert, S. E. y Nuñez, C. A. Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. **Florida Entomologist**, 87(3), 401–402. 2004.

KEREMANE, M. L., RAMADUGU, C., CASTANEDA, A. DIAZ, J. E. PEÑARANDA, E. A., CHEN, J., DUAN, Y. P. HALBERT, S.E. Y LEE, R. F. Reports of Candidatus Liberibacter caribbeanus, a new citrus-and psyllid-associated Liberibacter from Colombia, South America. En: American Phytopathological Society Annual Meeting, Pasadena, APS, CA. 2015.

KIM, J. S., SAGARAM, U. S., BURNS, J. K., LI, J. L. Y WANG, N. Response of sweet orange (*Citrus sinensis*) to ‘Candidatus Liberibacter asiaticus’ infection: Microscopy and microarray analyses. **Phytopathology**, 99(1), 50-57. 2009.

KNAPP, J. L., HALBERT, S., LEE, R., HOY, M., CLARK, R. Y KESINGER, M. Asian citrus psyllid and citrus greening disease. Florida, Agricultural IPM: Fruit (citrus) Florida. IFAS, University of Florida. 2004.

LIU, Y., HEYIN, E. Y TANUMIHARDJO. S. A. History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus fruits. Comprehensive Reviews in food Science and food safety,11, 530-545. 2012. 10.1111/j.1541-4337.2012.00201.x.

MANN, R., S., ROUSEFF, R., L., SMOOT, J., M., CASTLE, W., S., Y STELINSKI, L., L. Sulfur volatiles from *Allium* spp. Affect Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), response to citrus volatiles. **Bulletin of Entomological Research** 101, 89–97. 2011.

MENG, L., WANG, Y., WEI, W. Y ZHANG, H. Population genetic structure of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae): host-driven genetic differentiation in China, **Scientific Reports**, 8(1473), 1-15. 2018.

MORA, A. G., ROBLES, G. P., LÓPEZ, A. J. I., FLORES, S. J., ACEVEDO, S. G., DOMÍNGUEZ, M. S. Y GONZÁLEZ, G. R. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. **Revista mexicana de fitopatología**, 32(2), 108-119. 2014.

NAROUEI-KHANDAN. H. A. HALBERT. S. E. WORNER. S. P. Y VAN BRUGGEN A.H.C. Global climate suitability of citrus huanglongbing and its vector, the Asian citrus psyllid, using two correlative species distribution modeling approaches, with emphasis on the USA**. European Journal Plant Pathology**, 144, 655-670. 2015. 10.1007/s10658-015-0804-7.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). Protocolo para la producción de plantas sanas de cítricos. TAIWAN-ICDF. International Coopertion and Development Fund. 2015.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). Reconocimiento de síntomas del HLB. Proyecto HLB OIRSA-ICD- TAIWAN. 2018.

PALOMO, J. L., SILVERIO, F. Y CUBERO, J. Candidatus Liberibacter: agentes causales de enfermedades importantes en cultivos de interés en España. Artículo de revisión. 2017.

RESTREPO-GARCÍA, A., Y SOTO-GIRALDO, A., Control alternativo de Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) usando caldo sulfocalcico. **Bol.Cient.mus.hist.nat**, 21(2). 2017.

ROBLES-GONZÁLEZ, M. M., VELÁZQUEZ-MONREAL, J. J., MANZANILLA-RAMÍREZ, M. A., OROZCO-SANTOS, M., MEDINA-URRUTIA, V. M., LÓPEZ-ARROYO, J. I. Y FLORES- VIRGEN, R. Síntomas del Huanglongbing (HLB) en Limón Mexicano (*Citrus aurantifolia*) y su Dispersión en el Estado de Colima, México. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, 19(1), 15-31. 2013.

RODRÍGUEZ-PALOMERA, M., CAMBERO-CAMPOS, J., ROBLES-BERMÚDEZ, A., CARVAJAL-CAZOLA, C. & ESTRADA-VIRGEN, O. Natural enemies associated to *Diaphorina citri Kuwayama* (Hemiptera: Psyllidae) in *Citrus latifolia* Tanaka, in the state of Nayarit, Mexico. **Acta Zoológica Mexicana**, 28(3): 625-629. 2012.

SALCEDO, B. D., GONZÁLEZ, H., H., RODRÍGUEZ, L., E., VERA, V., E., MÚZQUIZ, F., C. & HURTADO, A., A. Evaluación de la Campaña contra el HLB en 2008, 2009 y 2010. Publicación Especial IICA, SAGARPA, SENASICA. México, D.F. 2012. 126 pp.

SANTIVAÑEZ, C. T., MORA, A. G., DÍAZ, P. G., LÓPEZ, A. J. I. Y VERNAL, H. P. Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. FAO, Santiago de Chile. 2013.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). **Situación Actual y Perspectivas del Huanglongbing y el Psílido Asiático de los Cítricos en México.** 2014. Recuperado de: http://www.senasica.gob.mx

SENASICA. **Situación actual y perspectivas del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México.** 2012. Recuperado de: http://www. senasica.gob.mx

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). **Ficha técnica *Diaphorina citri.*** 2016. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/147556/Ficha_T_cnica_ Diaphorina_citri.pdf

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). Huanglongbing de los cítricos. Situación fitosanitaria actual. 2017.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). **Anuario estadístico de la producción agrícola.** 2017. Recuperado de: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). **Plagas reglamentadas de los cítricos.** 2020. Recuperado de: https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-de-los-citricos-110863.

SHOKROLLAH, H., THOHIRA, L. A., KAMARUZAMAN, S. Y SITI, N. A. A. Ultrastructures of Candidatus Liberibacter asiaticus and its damage in huanglongbing (HLB) infected citrus. **African Journal of Biotechnology**, 9(36), 5897–5901. 2010.

TATINENI, S., SHANKAR, S. U., GOWDA, S., ROBERTSON, C. J., DAWSON, W. O., IWANAMI, T. Y WANG, N. In plant distribution of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' as revealed by polymerase chain reaction (PCR) and realtime PCR. **Phytopathology,** 98, 592-599. 2008. 10.1094/PHYTO-98- 5-0592.

TEIXEIRA, D. C., SAILLARD, C., EVEILLARD, S., DANET, J. L., INÁCIO DA COSTA, P., AYRES, A. J. Y BOVE, J. 'Candidatus Liberibacter americanus', associated with citrus huanglongbing (greening disease) in Sao Paulo State, Brazil. International Journal of **Systemic and Evolutionary Microbiology**, 55, 1857-1862. 2005. 10.1099/ijs.0.63677-0.

VILLEGAS, A. M. Y MORA, A. A. Avances de la fruticultura en México. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, Volumen Especial, E. 179-186. 2011.

CAPÍTULO 23

ZEÓLITO E A FERTILIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS DE SEQUEIRO. CONSTRUÇÃO DE UMA POLÍTICA PÚBLICA PARA O MUNICÍPIO DE SAN DAMIÁN TEXOLOC, TLAXCALA

Data de aceite: 02/05/2022

Andrés María Ramírez
El Colegio de Tlaxcala, A.C.
Centro de Estudios en Turismo, Medio Ambiente y Sustentabilidad, Centro de Estudios en Desarrollo Regional y Análisis Económico
San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala

Gerardo Juárez Hernández
El Colegio de Tlaxcala, A.C.
Centro de Estudios en Turismo, Medio Ambiente y Sustentabilidad, Centro de Estudios en Desarrollo Regional y Análisis Económico
San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala

RESUMEN: Las zeolitas naturales son minerales aluminosilicatos hidratados que pueden ser usados en la agricultura. En México, las experiencias en su uso en la producción de maíz se remontan a la década de 1980 en Veracruz. En un proyecto de cobertura nacional, en 2009-2010, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestales (INIFAP) evaluó parcelas de con la fertilización nitrogenada adicionada con zeolita y micorriza en 15 estados del país en cultivos básicos como maíz, frijol y otros. Los resultados obtenidos indican que la zeolita sola o junto con la micorriza tuvieron mejores rendimientos de grano y reducción de costos. El informe de resultados los retomó la Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión en 2016, y exhorta a las Secretarías de Economía y la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a promover, en el ámbito de sus respectivas facultades, el uso de zeolitas naturales como fertilizante; en un momento (2022) en que el encarecimiento de los fertilizantes inorgánicos hacen casi imposible la producción de cultivos, se ofrecen elementos para construir una política pública municipal, que pueda ser de utilidad a los campesinos del municipio.
PALABRAS CLAVE: Clinoptilolita, política pública, eficiencia de fertilizantes, cultivos básicos.

ABSTRACT: Natural zeolites are hydrated aluminosilicate minerals that can be used in agriculture. In Mexico, experiences in their use in corn production date back to the 1980s in Veracruz. In a project of national coverage, in 2009-2010, the National Institute of Agricultural, Livestock and Forestry Research (INIFAP) evaluated plots with nitrogen fertilization added with zeolite and mycorrhiza in 15 states of the country in staple crops such as corn, beans and others. The results obtained indicate that zeolite alone or together with mycorrhiza had better grain yields and reduced costs. The report of the results was taken up by the Permanent Commission of the H. Congress of the Union in 2016, and urges the Ministries of Economy and Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food to promote, within the scope of their respective powers, the use of natural zeolites as fertilizer; at a time (2022) when the increase in price of inorganic fertilizers makes crop production almost impossible, elements are offered to build a municipal public policy, which can be useful to the farmers of the municipality.
KEYWORDS: Clinoptilolite, public policy, fertilizer

efficiency, basic crops.

RESUMO: Os zeólitos naturais são minerais aluminosilicatos hidratados que podem ser utilizados na agricultura. No México, as experiências em seu uso na produção de milho datam dos anos 80 em Veracruz. Em um projeto de cobertura nacional, em 2009-2010, o Instituto Nacional de Pesquisa Agrícola, Pecuário e Florestal (INIFAP) avaliou parcelas com fertilização nitrogenada adicionada com zeólito e micorriza em 15 estados do país em culturas básicas como milho, feijão e outras. Os resultados obtidos indicam que a zeólita sozinha ou em conjunto com a micorriza teve um melhor rendimento de grãos e custos reduzidos. O relatório dos resultados foi retomado pela Comissão Permanente do Congresso da União em 2016, e insta os Ministérios da Economia e Agricultura, Pecuária, Desenvolvimento Rural, Pesca e Alimentação a promover, no âmbito de suas respectivas competências, o uso de zeólitos naturais como fertilizantes; numa época (2022) em que o aumento do preço dos fertilizantes inorgânicos torna quase impossível a produção de culturas, são oferecidos elementos para a construção de uma política pública municipal, que pode ser útil para os agricultores do município.
PALAVRAS-CHAVE: Clinoptilolite, política pública, eficiência dos fertilizantes, culturas básicas.

1 | INTRODUÇÃO

Os zeólitos pertencem a uma família de minerais aluminossilicatos que possuem cavidades de dimensões moleculares na ordem de 3 a 10Ắ (angstroms) e possuem íons (Na+, K+ e Ca2+, entre outros) e moléculas de água com liberdade de movimento, o que ajuda a capacidade de troca iônica (principalmente cátions) de forma reversível, sem alterações em sua estrutura (Flores et al., 2007). Os zeólitos geralmente têm: a) baixa densidade cristalina (1,91 a 2,30 Mg/m3), b) alta capacidade de troca catiônica (200 a 300 cmol/kg), c) grande facilidade para hidratar e desidratar, já que o volume poroso representa 18 a 50% do volume total e, d) baixa resistência à abrasão e pulverização (De Gracia et al., 1996; Ming e Allen, 2001). A zeólita mais utilizada na agricultura é a clinoptilolita (Nus & Brauen 1991; Huang & Petrovic, 1994 [citado por Álvarez, 2018]; Ming & Allen, 2001). Porque quando reagem com o amônio no meio aquoso em que são encontrados, retêm-no em sua estrutura interna e externa, que tem uma alta carga aniônica (até 97,5%, segundo Mazloomi & Jalali, 2016), funcionando assim como um fertilizante de nitrogênio de liberação lenta. Por outro lado, o zeólito reduz a atividade do cálcio e ajuda a manter uma maior concentração de fósforo na solução do solo (Barbarick et al., 1990; De Gracia et al., 1996).

Um de seus principais usos na agricultura é tornar os fertilizantes nitrogenados mais eficientes, devido à sua propriedade química de reter o amônio em sua estrutura. Segundo Wulandari et al. (2019), os zeólitos têm a vantagem de uma estrutura estável no solo e seu efeito se manifesta durante um longo período. Os zeólitos atuam fixando nutrientes,

fornecidos através de fertilizantes para evitar a lixiviação; os nutrientes fixados serão liberados lentamente novamente e imediatamente absorvidos pelas raízes. Os zeólitos podem ser misturados diretamente com fertilizantes, especialmente uréia antes de serem espalhados ou aplicados em terras agrícolas. Entretanto, também pode atuar com outros macro fertilizantes, como o fósforo. Segundo Zheng et al. (2019) em uma pesquisa que estudou o zeólito e seu efeito no fósforo do arroz irrigado, o zeólito permitiu a aplicação de menores quantidades de fertilizante P em campos de arroz em casca, com benefícios para o fornecimento de P remanescente e mitigação da poluição devido ao excesso de P, redução do uso de água, melhoria da absorção de P e do rendimento de grãos no arroz, e redução do risco ambiental (p.1).

Além disso, Li et al. (2013) afirmam que:

> Os zeólitos naturais no solo ajudam a reter nutrientes e melhorar a qualidade do solo a longo prazo, aumentando sua capacidade de absorção; eles influenciam a retenção dos nutrientes vegetais mais importantes, tais como N e K, Ca, Mg e muitos tipos de microelementos. O zeólito pode reter esses nutrientes na zona radicular para que as plantas os utilizem quando forem necessários (p.1976).

Li et al. (2013), usaron zeolita cargada con nitrógeno y potasio en el cultivo de col, en condiciones de invernadero; encontraron que los contenidos de N y K en los suelos se mantuvieron en un nivel alto (más de 15% de N en el suelo y más de 250 ppm de K en el suelo[1]); en los resultados indican que el NK-Z tiene un gran potencial como fertilizante de liberación lenta que reduce la Li et al. (2013) utilizaram zeólito carregado com nitrogênio e potássio no cultivo de couve em condições de estufa; constataram que o conteúdo de N e K nos solos foi mantido em um nível elevado (mais de 15% de N no solo e mais de 250 ppm de K no solo); Os resultados indicam que o NK-Z tem um grande potencial como um fertilizante de liberação lenta que reduz a poluição ao evitar a lixiviação para as águas subterrâneas, ou seja, pode manter os níveis necessários de N e K por mais tempo do que o fertilizante comum, ao mesmo tempo em que fornece uma reserva de nutrientes duradoura (pp. 1977-1981).

Soca e Daza (2015) relatam que os tamanhos de clinoptilolita de 3 e 5 mm aplicados em arroz e milho reduziram em 50% a volatização do nitrogênio amoniacal, favorecendo a retenção de NH4+ e outros cátions que vêm em fertilizantes. Em pesquisa com milho, Ahmed et al. (2010) descobriram que o uso de fertilizantes inorgânicos misturados com zeólito aumentou significativamente a absorção de N, P e K, e sua eficiência de uso em folhas, caule e raízes; eles concluem que o uso de zeólito poderia ser benéfico com relação à retenção de nutrientes no solo e sua eficiência de uso. Além disso, Tarkalson e Ippolito (2011) afirmam que os zeólitos mostraram influenciar a dinâmica do solo e das plantas N, as características dos nutrientes do esterco e da nutrição animal; eles dizem que as

1 https://www.agroecologiatornos.com/como-realizar-un-buen-analisis-del-suelo-para-el-cultivo/

pesquisas mostraram um aumento do crescimento e/ou rendimento de uma variedade de culturas devido a um efeito dos zeólitos em melhorar a eficiência do uso de N ou reduzir a toxicidade do $NH4+$.

Os zeólitos também podem ser usados para remover metais pesados. Shaheen et al. (2012) estudou o comportamento de sorção dos zeólitos naturais (clinoptilolita) em relação ao cádmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) para considerar sua aplicação em águas residuais industriais; o zeólito sorveu cerca de 32, 75, 28, 28, 99 e 59% das concentrações metálicas de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn, respectivamente (ou seja: Pb > Cu > Zn > Cd > Ni) (p.362).

Recentemente, Maria e Volke (2020) relataram os resultados do rendimento médio do trigo com fertilizante nitrogenado (NF), zeólito e micorriza em nove localidades em Guanajuato e nove em Tlaxcala no ciclo outono-inverno 2010; eles avaliaram 25% zeólito+75%NF com e sem micorriza (Tr2[2] , Tr1, respectivamente) contra 0% zeólito+100%NF com e sem micorriza (Tr4, Tr3). Em termos de rendimento de grãos, em ambos os estágios Tr3 e Tr4 superaram Tr1 e Tr2, mas sem diferença estatística; os maiores valores de eficiência no uso de nitrogênio (Todeschini et al.,2015) referem-se que a Eficiência no Uso de Nitrogênio (NUE), (relação entre o rendimento de grãos e a quantidade de nutrientes fornecidos pelo fertilizante) foi maior para Tr1 e Tr2 em ambos os estágios; a relação benefício-custo (BCR) também em ambos os estágios foi melhor para Tr3 e Tr1, mas sem diferença estatística.

2 | POLÍTICAS PÚBLICAS

É comum que os termos "política pública" e "política governamental" sejam utilizados indistintamente, atribuindo-lhes o mesmo significado. Portanto, é importante estabelecer um conceito nesta pesquisa que não deixe espaço para uma interpretação diferente quando se menciona a política pública.

Aguilar (2012) afirma:

> A política pública é entendida como: [1] um conjunto (seqüência, sistema, ciclo, espiral) de ações intencionais e causais. São ações intencionais porque visam alcançar objetivos considerados de valor para a sociedade ou resolver problemas cuja solução é considerada de interesse ou benefício público, e são ações causais porque são consideradas adequadas e eficazes para alcançar o objetivo de resolver o problema; 2] um conjunto de ações cuja intencionalidade e causalidade foram definidas pelo tipo de diálogo que ocorre entre o governo e setores do público; 3] um conjunto de ações a serem empreendidas que foram decididas pelas autoridades públicas legítimas e cuja decisão as torna formalmente públicas e legítimas; 4] um conjunto de ações que são realizadas por atores governamentais ou por estes em associação com atores sociais (econômicos, civis); 5] um conjunto de ações que configuram um padrão de comportamento do governo e da sociedade. (p.29)

2 Tr= Tratamento

De acordo com Roth (2002) citado por Patiño (2020), a primeira definição de política, o ***polity***, refere-se à esfera de governo das sociedades humanas; a segunda, política, o ***politics*** é definida como o processo de organização e confronto para controlar o poder; e a última noção, ou política o ***policy***, é a escolha de propósitos estabelecidos em programas de atores públicos ou governamentais.

Lange et al. (2013) afirmam que:

> A dimensão **politics** engloba o aspecto processual da governança e refere-se aos atores e processos de interação inerentes a um modo de governança. A dimensão **polity** denota o aspecto estrutural da governança, entendida como as "regras do jogo" institucionais que moldam as interações dos atores. A dimensão **policy** abrange o conteúdo da governança; refere-se à formulação e implementação de políticas e, portanto, aos objetivos e instrumentos de orientação política em direção a resultados (p.409).

Esta última definição é a que diz respeito à presente pesquisa, ou seja, política como ações com metas e objetivos claros, que fazem parte das estratégias governamentais incorporadas nos programas (Patiño, 2020). Um exemplo deste tipo de política pública é o sistema INIFAP-Colegio de Postgraduados Milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), que o Governo Federal implementou no México através do Programa Sembrando Vida (Anônimo, 2020).

Políticas públicas para a produção agrícola em Tlaxcala

Há algumas políticas públicas (polícy) de apoio do governo de Tlaxcala para o campo, tais como o PROGRAMA DE APOIO E IMPULSO AO SECTOR AGRÍCOLA 2018 (PAISA), PARA A AQUISIÇÃO DE ENTRADAS AGRÍCOLAS BÁSICAS, que foi assinado em 2019 para "O FORNECIMENTO DE SEMENTES HÍBRIDAS DE CORN DIFERENTES VARIEDADES, PARA "O PROGRAMA", operou através da Secretaria de Desenvolvimento Agrícola, apesar do fato de que do total semeado com este cereal, 86. 7% está sob condições de chuva (María et al. 2017). A filosofia produtivista deste programa pode ser vista na seguinte tabela

INPUT	% SUBSÍDIO/ PREÇO ACORDADO	MÁXIMO APOIO AO PRODUTOR/PREDIO	
FERTILISER			
QUÍMICO (URÉIA, DAP, KCL)	25%	300 KG/HA	ATÉ 8 HECTARES
MINERAL			
ORGÂNICO	50%	2 TONELADAS POR HECTARE	ATÉ 10 HECTARES
SEED			
HÍBRIDO CORN	400 PESOS POR SACO DE SEMENTES	UM SACO POR HECTARE	ATÉ 10 HECTARES
OATS	50%	120 QUILOS POR HECTARE	ATÉ 8 HECTARES
TRITICALE			
ALFALFA		30 QUILOS POR HECTARE	ATÉ 4 HECTARES
HERBICIDE			
HÍBRIDO CORN	25%	UM PACOTE POR HECTARE	ATÉ 10 HECTARES
AVEIA E TRITICALE			ATÉ 8 HECTARES

Tabela 1. Entradas e suporte

Origem: http://sefoatlaxcala.gob.mx/transparencia/PNT/2018/47_FRACC_XLVII/SEFOA_FOLLETO_PROGRAMAS.pdf (p.6)

Assim, por exemplo, de acordo com Ayala-Garay et al. (2016), no México Central a área média plantada com milho é de 3,10 ha, de modo que a cobertura de até 10 hectares com milho híbrido é para beneficiar aqueles que possuem mais terra.

Outra política pública desta natureza é o Fundo de Ações para o Fortalecimento do Campo, a ser operado pelos municípios de Tlaxcala[3], cujos recursos são distribuídos em projetos de ação e são administrados pelo Ministério do Planejamento e Finanças e executados pelos municípios. Esta política visa "a reativação do setor agrícola através da concepção e implementação de programas para promover a produtividade, competitividade e inovação, a fim de assegurar um aumento da produção em benefício dos produtores agrícolas e suas famílias" (p.3).

As políticas de apoio do governo Tlaxcala para o campo geralmente se referem ao uso de insumos da chamada Revolução Verde (fertilizantes inorgânicos, sementes melhoradas, herbicidas, inseticidas), sem prestar muita atenção às características sócio-econômicas dos agricultores e produtores.

3 ttp://finanzastlax.gob.mx/documentosSPF/portada/reglas_de_operacion_2019/REGLAS%20DE%20OPERACIO%C-C%81N%20DEL%20FONDO%20DE%20ACCIONES%20PARA%20EL%20FORTALECIMIENTO%20AL%20CAMPO.pdf

Não foi encontrada nenhuma política pública (policy) que considere o uso de zeólito em combinação com fertilizantes inorgânicos para reduzir a contaminação do solo e da água por lixiviados desses fertilizantes e que também ajude a reduzir o custo de cultivo do componente fertilizante, que até 2021 representava 20% do custo total de produção da cultura do milho em Tlaxcala, mas que atualmente (2022) representa mais de 100% do custo de cultivo, tornando sua produção quase impossível, a menos que receba o insumo tecnológico de forma subsidiada pelo governo.

A pesquisa visa apresentar argumentos para construir uma política pública (policy) baseada na exortação da Terceira Comissão de Finanças e Crédito Público, Agricultura e Desenvolvimento, Comunicações e Obras Públicas no Congresso da União em maio de 2016 (Congresso da União, 2016) e sugeri-la para o município de San Damián Texoloc, Tlaxcala. Também pretende ser um alerta para os pesquisadores agrícolas e economistas procurarem estratégias de produção agrícola utilizando zeólito em combinação com fertilizantes orgânicos, o que também ajudará os solos da região de Tlaxcala a recuperar parte de sua fertilidade perdida anos atrás devido ao uso e abuso de fertilizantes inorgânicos.

3 I USO POTENCIAL DO ZEÓLITO NA AGRICULTURA EM TLAXCALA

A conveniência de utilizar zeólito em culturas agrícolas tem sido documentada em diferentes partes do mundo, incluindo nosso país, misturando-o diretamente com fertilizantes orgânicos ou inorgânicos, ou incorporando-o ao solo para melhorar suas características físico-químicas, tais como retenção de umidade. Sobre outros usos do zeólito, Bacakova et al. (2018) destacam que:

> Os zeólitos são tectosilicatos microporosos de origem natural ou sintética, que têm sido amplamente utilizados em várias aplicações tecnológicas, por exemplo, como catalisadores e peneiras moleculares, para separação e classificação de várias moléculas, para purificação de água e ar, incluindo a remoção de contaminantes radioativos, para coleta de calor residual e energia solar térmica, para resfriamento adsorvente, como detergentes, etc. Estas aplicações dos zeólitos estão freqüentemente relacionadas ao seu caráter poroso, alta capacidade de adsorção e propriedades de troca iônica (p. 974).

Mesmo a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) relata o uso de zeólitos porque eles podem efetivamente adsorver vários poluentes de interesse, tais como CO2, etanol e amônia (Junaedi et al.,2012). Por outro lado, Maria e Volke (2021) relatam os resultados da aplicação do zeólito com e sem micorriza em dois locais do Altiplano mexicano (Tlaxcala e Puebla) e em suas conclusões, em relação ao Tlaxcala, onde houve uma condição de seca durante todo o ciclo do milho, eles observam que:

> No site Colonia Francisco Villa, a substituição de 12,5, 25,0 e 37,5% de N por zeolita clinoptilolite em todos os fertilizantes deu os maiores rendimentos, mas os maiores retornos líquidos foram obtidos com a substituição de 25,0%, seguida por substituições de 37,5 e 12,5%, com uma taxa total de retorno

sobre o capital de 0,57-0,62 para a substituição de 25,0%. Mycorrhiza diminuiu o rendimento com todos os fertilizantes (p.13).

Em Tlaxcala, nos últimos três anos (2018, 2019, 2020), as culturas de milho, cevada e trigo ocuparam em média 85,6% da área total semeada, 56,0% correspondendo ao milho em grão. Naquele período, a área média plantada com milho sob condições de chuva foi de 112.142 hectares, representando 86,5%, e sob irrigação, os 13,5% restantes.

A fertilização tradicional do milho é normalmente feita com a dose 92-46-00 (N-P-K), que equivale a 92 kg de N e 46 kg de P por hectare, o que é alcançado com 200 kg de uréia e 100 kg de superfosfato triplo de cálcio; isto implica que pelo menos 22.428 toneladas de uréia são usadas para fertilizar os 112.142 hectares sob condições de chuva. A zeólita poderia então substituir 5.607 toneladas de uréia em Tlaxcala, que teria que ser substituída pela mesma quantidade por zeólita clinoptilolita, como a de Tehuacán, Puebla, a fim de reduzir os custos.

Finalmente, deve-se considerar que, além de reduzir os custos dos fertilizantes e a contaminação das águas subterrâneas, a substituição da uréia por zeólito clinoptilolite permite reduzir a alta dependência do México deste fertilizante nitrogenado, que, segundo CEDRSSA (2019), a uréia é o fertilizante com maior volume e valor de importação total de fertilizantes (48,7 e 45,9%, respectivamente). Nesta época (abril de 2022[4]), quando a guerra da Rússia contra a Ucrânia está sendo travada, os fertilizantes inorgânicos importados pelo México aumentaram de custo, tornando quase impossível para os agricultores arcar com eles, além da condição de serem dependentes deste insumo agrícola.

4 | CONCLUSÕES

O benefício de utilizar zeólito em combinação com fertilizantes na produção agrícola foi documentado, melhorando a eficiência do uso de fertilizantes nitrogenados e, assim, reduzindo a lixiviação de nitrato que contamina as águas subterrâneas. Em Tlaxcala, há evidências de tal efeito com 25% da substituição de fertilizantes nitrogenados por zeólito clinoptilolite no cultivo de milho com chuva. Embora políticas públicas (policy) destinadas a apoiar os produtores rurais tenham sido identificadas, elas ainda têm uma visão produtivista do tipo Revolução Verde (ver Regras de Funcionamento do Fundo para Ações de Fortalecimento do Campo, p.3) e se concentram em fertilizantes químicos, sementes híbridas e pesticidas. A zeólita é um mineral aluminossilicato abundante no México e pode ajudar a reduzir os volumes de importação, principalmente de uréia, o fertilizante mais amplamente utilizado na produção agrícola. Com base na política pública que a Terceira Comissão de Finanças e Crédito Público, Agricultura e Desenvolvimento, Comunicações e Obras Públicas submeteu a um ponto de acordo no Congresso da União em maio de 2016

4 https://www.jornada.com.mx/notas/2022/03/03/politica/conflicto-en-ucrania-encarece-precio-de-fertilizantes-en-mexico/; https://www.mural.com.mx/libre/acceso/accesofb.htm?__rval=1&urlredirect=/importa-mexico-63-del-fertilizante/ar2237215?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a--

(Congreso de la Unión, 2016), no qual instou o Ministério da Agricultura, Pecuária, Pesca, Desenvolvimento Rural e Alimentação (agora Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural), Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Economia e Ministério da Saúde para promover o uso de fertilizantes à base de zeólito, sugere-se que seja adotado como política pública local no município de San Damián Texoloc, Tlaxcala, permitindo o uso de zeólito clinoptilolite na fertilização de milho com chuva, com o objetivo de estendê-lo a outros municípios do estado. Entretanto, reitera a necessidade de pesquisas para ajudar a reduzir a dependência de fertilizantes adquiridos do exterior, e de pesquisas sobre práticas agroecológicas que combinem o uso de zeólito com fertilizantes orgânicos, a fim de melhorar a fertilidade atual do solo muito pobre em Tlaxcala (o estado com os solos mais pobres do país).

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); à Tercera Comisión de Hacienda y Crédito Público, Agricultura y Fomento, Comunicaciones y Obras Públicas, del

REFERENCIAS

Ahmed OH, Sumalatha G. & Muhamad AMN. (2010). Nitrogen, potassium and phosphorus uptake and use efficiency, International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(15), 2393-2401

Aguilar L F.(2012). Introducción, *In* Aguilar LF. (Comp.). Política pública. siglo veintiuno editores méxico, 17-60 pp.

Álvarez P I A. (2018). Efecto del uso de zeolita sobre la germinación de semillas de dos especies de forestales (Eucalyptus SP. y Cupressus Lucitanica). Tesis. Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador

Anónimo. (2020). Sader recomienda Sistema Milpa Intercalado con Árboles Frutales (MIAF) para incrementar ingresos a productores y mitiga cambio climático. [en línea]. Disponible en https://www.voragine.com.mx/2020/08/25/recomienda-sader-sistema-milpa-intercalado-con-arboles-frutales-miaf-para-incrementar-ingresos-a-productores-y-mitiga-cambio-climatico/ [fecha de revisión 25 de agosto de 2020].

Ayala-Garay AV, González-González M, Limón-Ortega A. (2016). Mecanización del proceso de producción de maíz y amaranto en la región centro de México, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 25 (4), 74-80

Bacakova L, Vandrovcova M, Kopova I. & Jirka I.(2018). Applications of zeolites in biotechnology and medicine – a review, Biomaterials Science, 6 (5), 974-989

Barbarick KA, Lai TM & Eberl DD. (1990). Exchange Fertilizer (Phosphate Rock plus Ammonium-Zeolite) Effects on Sorghum-Sudangrass, Soil Sci. Soc. Am. J. 54 (3), 911-916

CEDRSSA, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Sociedad Alimentaria. (2019). Fertilizantes. Notas sobre fertilizantes. Cámara de Diputados CDMX.

Congreso de la Unión. (2016). Dictamen a la proposición con punto de acuerdo por el que se exhorta a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca, Desarrollo Rural y Alimentación, Secretaría de Medio Ambiente, Secretaría de Economía y Secretaría de Salud, a promover el uso de fertilizantes orgánicos que se compongan de zeolita. LXIII Legislatura. CDMX.

De Gracia de LRG, Núñez E R, Etchevers B JD, Bell M. (1996). Respuesta de Lolium perenne a dos rocas fosfóricas con tres tamaños de partícula adicionadas de azufre o zeolita en un andosol, Agrociencia, 30 (4), 459-468

Flores MA, Galvis SA, Hernández MTM, De León G F y Payán ZF. (2007). Efecto de la adición de zeolita (clinoptilolita y Mordenita) en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de avena, INTERCIENCIA INCI, 32(10), 692-696

Junaedi Ch, Hawley K, Walsh D, Roychoudhury Sl, Busby SA, Abney MB, Perry JL. & Knox JC. (2012). Compact, Lightweight Adsorber and Sabatier Reactor for CO_2 Capture and Reduction for Consumable and Propellant Production, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, VA.

Lange P, Driessen PPJ, Sauer A, Bornemann B, Burger P (2013). Governing Towards Sustainability – Conceptualizing modes of governance, Journal of Environmental Policy & Planning, 15:3, 403-425.

Li J, Wee Ch, and Sohn B. (2013). Effect of Ammonium- and Potassium-Loaded Zeolite on Kale (Brassica alboglabra) Growth and Soil Property, American Journal of Plant Sciences, 4(10), 1976-1982

María-Ramírez A, Volke-Haller VH, Guevara-Romero ML. (2017). Estimación de rendimiento de variedades nativas de maíz en el estado de Tlaxcala, Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 13 (1), 8-14

María R A, Volke H V. (2020). Fertilizante nitrogenado adicionado con zeolita para mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno. In: Saynes-Santillán V., Fernández-Luqueño F., Ortiz-Monasterio-Rosas J. I. (Eds.). Uso Eficiente de Nitrógeno en la Agricultura. México. pp. 93-97

María R A. y Volke H V. (2021). Respuesta de maíz de temporal a zeolita, fuentes de fertilizantes nitrogenados y micorriza. Enviado a la Revista *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*

Mazloomi F. & Jalali M. (2016). Ammonium removal from aqueous solutions by natural Iranian zeolite in the presence of organic acids, cations and anions. Journal of Environmental Chemical Engineering, 4(2), 1664–1673.

Ming DW, & Allen ER. (2001). Use of natural zeolites in agronomy, horticulture and environmental soil remediation, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 45(1), 619–654.

Nus JL, & Brauen E. (1991). Clinoptilolitic Zeolite as an Amendment for Establishment of Creeping Bentgrass on Sandy Media. HortScience 26(2),117-119

Patiño C J. (2020). Diagnóstico de las prácticas organizativas para la implementación del Programa Cholula Pueblo Mágico, integrado por dos unidades municipales. Tesis Maestría. El Colegio de Tlaxcala, A.C. México.

Shaheen SM, Derbalah A S, and Moghanm F S. (2012). Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution by Zeolite in Competitive Sorption System. International Journal of Environmental Science and Development, 3(4), 362-367

Soca M, y Daza T M C. (2015). La zeolita y su efecto en la eficiencia del nitrógeno en arroz y maíz. Ciencia Agropecuaria (23), 60-64

Tarkalson DD, & Ippolito JA. (2011). Clinoptilolite Zeolite Influence on Nitrogen in a Manure-Amended Sandy Agricultural Soil, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42 (19), 2370-2378

Todeschini ME, Simionato M A, Maciel TD, Bornhofen E, Finatto T, Storck L. y Benin G. (2016). Nitrogen use efficiency in modern wheat cultivars. Bragantia, 75 (3),1-11

Wulandari R, Hanum H. and Hasanah Y. (2019). The effect of nitrogen fertilizer, zeolite and fresh straw to increase total-N, cation exchange capacity (CEC) of rice crop, Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. (260), 3-6

Zheng J, Chen T, Chi D, Xia G, Wu Q, Liu G, Chen W, Meng W, Chen Y. and Siddique K H M. (2019). Influence of Zeolite and Phosphorus Applications on Water Use, P Uptake and Yield in Rice under Different Irrigation Managements, Agronomy, 9 (537), 1-16

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE e professor efetivo do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia.

ÍNDICE REMISSIVO

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación EN CIENCIAS AGRÍCOLAS 2

Atena Editora
Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

Atena Editora
Ano 2022